



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação

ESCOLA ESTADUAL DE
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL - EEEP
ENSINO MÉDIO INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

CURSO TÉCNICO EM MANUTENÇÃO AUTOMOTIVA

SISTEMA DE SUSPENSÃO



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria da Educação

Governador

Cid Ferreira Gomes

Vice Governador

Domingos Gomes de Aguiar Filho

Secretária da Educação

Maria Izolda Cella de Arruda Coelho

Secretário Adjunto

Maurício Holanda Maia

Secretário Executivo

Antônio Idilvan de Lima Alencar

Assessora Institucional do Gabinete da Seduc

Cristiane Carvalho Holanda

Coordenadora da Educação Profissional – SEDUC

Andréa Araújo Rocha

SUMÁRIO

SUSPENSÃO	3
AMORTECEDORES	6
AMORTECEDORES MECÂNICOS	6
FUNCIONAMENTO DO AMORTECEDOR MECÂNICO	7
AMORTECEDORES HIDRÁULICOS	7
Funcionamento dos amortecedores hidráulicos.....	9
AMORTECEDOR ÓLEO-PNEUMÁTICO	11
AMORTECEDOR PRESSURIZADO	12
FIXAÇÃO DO AMORTECEDOR.....	13
Tipos de suspensão	14
CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS.....	17
FEIXE DE MOLAS.....	17
COMPONENTES DA SUSPENSÃO POR FEIXE DE MOLA	18
FUNCIONAMENTO DO FEIXE DE MOLAS	18
DEFEITOS E CAUSAS	20
BARRA DE TORÇÃO.....	21
MOLA HELICOIDAL	21
SUSPENSÕES INDEPENDENTES.....	23
COMPONENTES DA SUSPENSÃO INDEPENDENTE.....	25
Articulação Esférica.....	26
Braços oscilantes (bandejas).....	26
Buchas e quadro da suspensão.....	29
Tensor.....	29
Ponta de eixo	29
Batente.....	30
Manga-de-eixo	30
Barra estabilizadora.....	31

FUNCIONAMENTO E MANUTENÇÃO	32
Manutenção.....	32
FEIXE DE TORÇÃO	33
EIXOS TRASEIROS.....	33
EIXO TRASEIRO COM RODAS INDEPENDENTES.....	33
EIXO TRASEIRO COM RODAS SEMI-INDEPENDENTES	34
EIXO TRASEIRO RÍGIDO.....	34
SUSPENSÃO HIDRO-PNEUMÁTICA	35
SUSPENSÃO PNEUMÁTICA.....	38
MANUTENÇÃO GERAL DA SUSPENSÃO.....	38
DEFEITOS	38
Rodas e pneus	39
O ARO.....	39
AROS DESMONTÁVEIS.....	40
AROS FABRICADOS COM LIGAS LEVES	41
O PNEU	41
PNEU RADIAL	44
Câmara-de-ar	45
Pneu sem câmara-de-ar.....	45
Pressão no pneu.....	46
DESGASTES DO PNEU.....	46
Deformações dos pneus.....	46
Calibradores de pneus	48
Bibliografia:	50

SUSPENSÃO

O objetivo principal do sistema de suspensão é manter o contato contínuo das rodas com o solo, levando em consideração a necessidade de controlar a trajetória e assegurando a estabilidade do veículo em qualquer situação, além do conforto dos ocupantes do veículo.

Assegurando-se as condições citadas deve-se optar pela escolha da opção mais conveniente. Determinando-se entre sacrificar o conforto como é o caso dos veículos esportivos, para obter uma condução mais rápida e precisa, ou optar por uma suspensão que proporcione maior conforto quando se trata de um veículo de passeio.

Em qualquer dos casos, as técnicas atuais permitem obter altos níveis de conforto sem abrir mão da segurança e boa condutividade do veículo.

Em definitivo, o movimento das rodas deve estar sob o controle da suspensão em qualquer situação.

Movimentos da carroceria

A suspensão absorve e neutraliza as irregularidades do solo. Pois tais movimentos são transmitidos à carroceria e aos ocupantes do veículo em forma de incômodas oscilações que o sistema de suspensão deve compensar.

Tipos de oscilações:

Existem diferentes tipos de oscilações conforme os movimentos produzidos pelo veículo:

- ✓ Oscilações frontais ocorrem ao acelerar e ao frear.
- ✓ Oscilações laterais ocorrem em torno do eixo longitudinal.
- ✓ As forças laterais produzem inclinação vertical na carroceria.
- ✓ Deslocamentos verticais são movimentos verticais ao longo do eixo do veículo.
- ✓ Deslocamentos transversais são produzidos por forças laterais.

Limites de conforto do automóvel

As oscilações devem se manter dentro de limites para não alterar o bem estar dos passageiros.

O limite convencional de conforto para uma pessoa, segundo estudos, é de uma a duas oscilações por segundo. Acima destes valores excita o sistema nervoso e abaixo destes valores pode causar náuseas.

Atenuação das oscilações:

Desde o início do desenvolvimento do automóvel tem-se adotado medidas com elementos elásticos que atenuem estas oscilações e melhorem o conforto.

A adoção de pneus em substituição das rodas rígidas também contribuiu para a melhoria da segurança e do conforto.

Com o passar do tempo a velocidade dos veículos tem aumentado e isto impôs a necessidade de controlar as oscilações desde a sua origem para garantir maior segurança.

Os elementos elásticos se incorporaram nos eixos mantendo suspenso o maior número possível de componentes. Desta forma os movimentos tornaram-se mais atenuados e isto não se limita exclusivamente aos passageiros.

Oscilações:

São movimentos repetidos com certa regularidade e são medidos por sua frequência e amplitude.

Frequência:

É o número de variações que um corpo experimenta em um segundo. A frequência é expressa em Hertz (Hz).

O inverso da frequência é o período e corresponde ao tempo que se produz uma oscilação completa.

Amplitude:

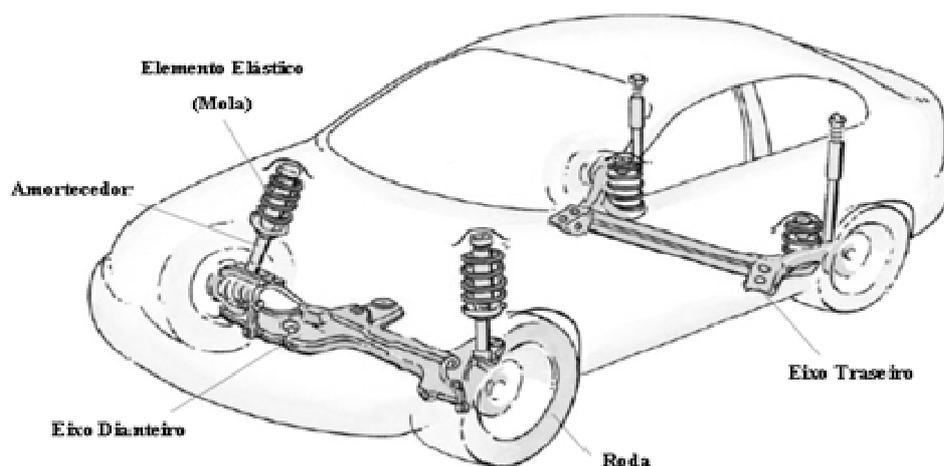
É o máximo valor alcançado pela oscilação.

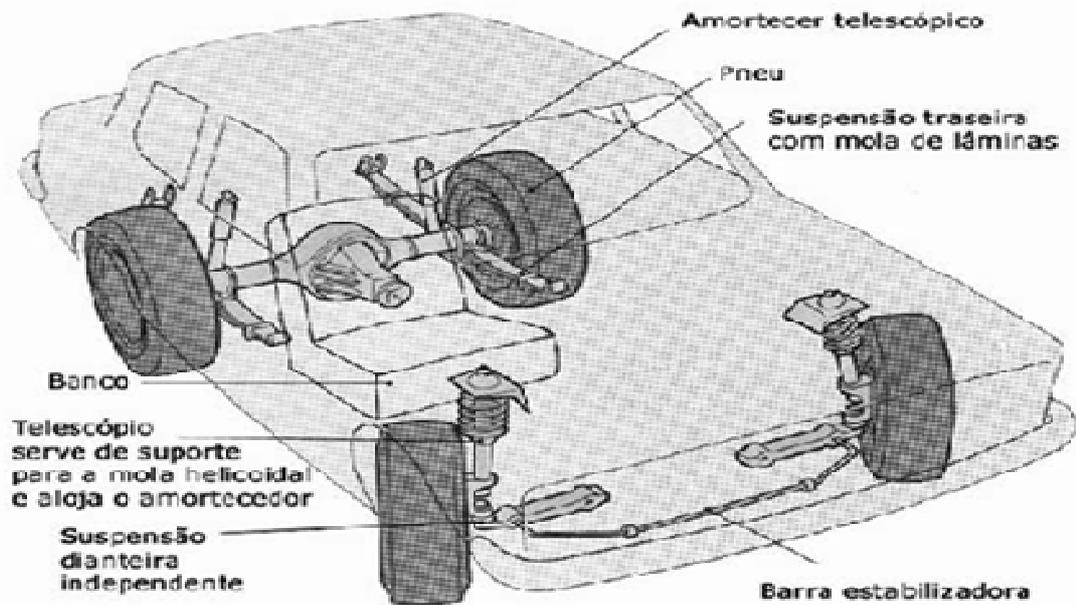
SISTEMAS E COMPONENTES DA SUSPENSÃO

A suspensão deve diferenciar os elementos que a constituem e suas diferentes arquiteturas.

Os elementos da suspensão se classificam nos seguintes grupos:

- ✓ Os elásticos, com a missão de sustentação do veículo isolando os movimentos produzidos pelas irregularidades do solo.
- ✓ Os de absorção, que complementam os elementos elásticos para conseguir atenuar as oscilações produzidas por eles.
- ✓ As rodas, que dão mobilidade ao veículo e flexibilidade graças a utilização dos pneus.





Nos elementos utilizados na suspensão e na sua disposição podem-se ter arquiteturas distintas:

- ✓ As de eixo rígido, com a união solidária entre as rodas de um mesmo eixo.
- ✓ As de rodas independentes, que permitem um livre movimento de cada roda.
- ✓ As especiais, que são evoluções das anteriores.
- ✓ E as suspensões ativas, que são sistemas modernos, com assistência eletrônica para obter comportamentos mais precisos.

Se o pavimento das faixas de rodagem oferecesse perfeitas condições de rolamento, os automóveis não necessitariam de um sistema complexo de suspensão para proporcionar conforto aos seus ocupantes. Um bom sistema de suspensão deve incluir molejamento e amortecimento. O primeiro consiste na resistência elástica a uma carga e o segundo na capacidade de absorver parte da energia de uma mola após esta ter sido comprimida.

Se esta energia não for absorvida, a mola ultrapassará bastante a sua posição original e continuará a oscilar para cima e para baixo até que essas oscilações cessem.

O amortecimento converte a energia mecânica em energia calorífica. Para reduzir o ruído e aumentar a suavidade, as molas são montadas sobre borracha. O sistema de suspensão inclui ainda almofada das dos bancos, que também protegem contra as vibrações.

As dimensões das rodas constituem um fator importante para uma marcha suave. Uma roda grande transporá a maioria das irregularidades do pavimento; contudo, não é viável uma roda suficientemente grande para anular os efeitos de todas essas irregularidades. Uma roda não deverá também ser tão pequena que caiba em todos os buracos da superfície da faixa de rodagem o que resultaria numa marcha irregular.

Um veículo que trafega com amortecedores sem ação tem muita oscilação. Cada vez que ele passa em um buraco ou sobre uma lombada sua carroçaria abaixa ou sobe e depois fica oscilando, pela ação das molas.

Os amortecedores são colocados nos veículos para diminuir essas oscilações porque elas são desconfortáveis aos ocupantes do veículo e principalmente porque prejudicam sua dirigibilidade e segurança.

Os amortecedores destinam-se a absorver ou amortecer as vibrações para que as molas não oscilem continuamente para cima e para baixo. O segredo de uma boa suspensão reside na supressão da ressonância (acumulação de oscilações) nos vários componentes do sistema de suspensão, o qual inclui não só as molas, mas também os pneus e assentos.

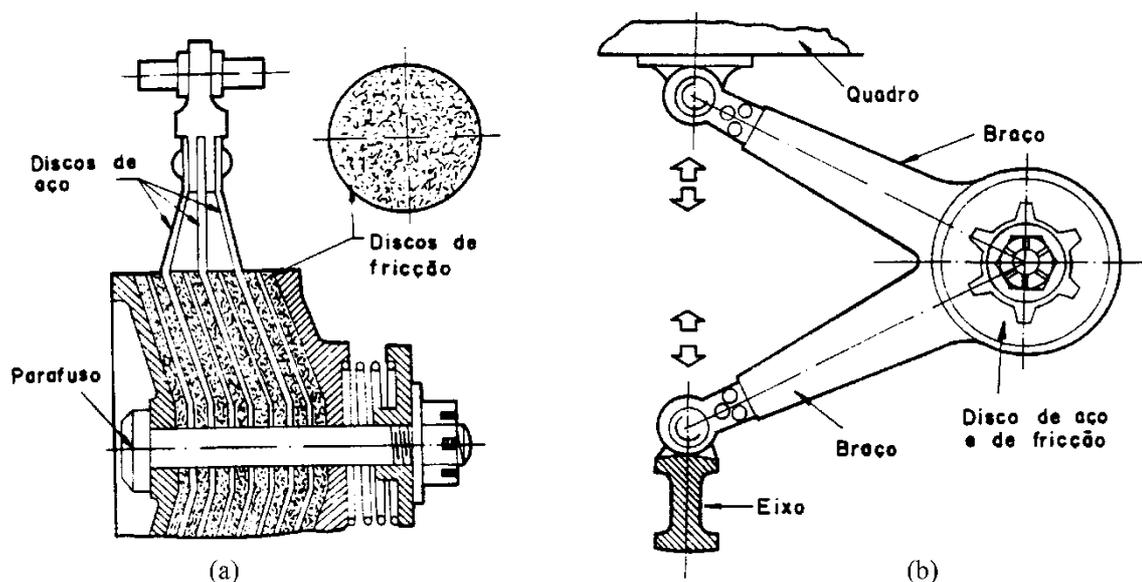
AMORTECEDORES

O Amortecedor é um dispositivo formado, geralmente, por duas partes que se movimentam lentamente entre si, causando elasticidade a seu próprio corpo. É instalado na suspensão do veículo, com a finalidade de amortecer as oscilações das molas quando as rodas do veículo sofrem impactos, provocados pelos pisos irregulares, onde rolam.

.A ação amortecedora dos amortecedores, geralmente, é causada por meio de dispositivos mecânicos, que se articulam entre si, ou por meio de dispositivos mecânicos e hidráulicos, ou, ainda, por meio de dispositivos mecânicos e um combinado hidráulico-pneumático, ou seja, de óleo e ar comprimido, chamado de óleo-pneumático.

AMORTECEDORES MECÂNICOS

São constituídos por dois grupos de discos de aço, sendo, cada grupo ligado a um braço, também de aço, e discos independentes, fabricados com material apropriado para suportar fricção.



Amortecedor mecânico

FUNCIONAMENTO DO AMORTECEDOR MECÂNICO

Os discos de aço, dos dois grupos, encaixam-se paralelamente uns nos outros, separados pelos discos de fricção, e todo o conjunto é unido através de um parafuso com porca, que transpassa e "aperta" o conjunto, controlado por uma mola. Um dos braços é fixado no quadro (carroceria) e o outro "no eixo do veículo. O" aperto" dado no parafuso que une os discos deve ser de modo que permita o movimento dos braços, porém, com certa dificuldade, ou seja, causando atrito.

Desse modo, quando a mola da suspensão sofre os impactos da roda, o amortecedor diminui esses impactos e evita as oscilações na mola.

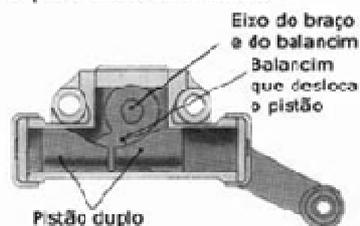
Os amortecedores mecânicos são simples e oferecem facilidade para serem regulados. No entanto, não têm um funcionamento "macio" e não são sensíveis às oscilações.

Os amortecedores antigos não ofereciam uma ação eficiente, além de terem muitas peças móveis.



AMORTECEDOR DE BRAÇO

O movimento da roda é transmitido por uma alavanca que aciona o pistão duplo existente num cilindro.



FUNCIONAMENTO

Quando o balancim move o pistão duplo, o óleo desloca-se de um dos topos do cilindro para o outro, através de uma válvula redutora.

Amortecedor de "bracinho"

Nestes amortecedores, o movimento da roda é transmitido a uma alavanca que faz mover o eixo do braço. Este eixo está ligado, no interior de um cilindro cheio de óleo, a um balancim que encaixa num pistão duplo. Qualquer movimento da roda, ascendente ou descendente, aciona o balancim que faz mover o pistão duplo.

Quando este se desloca para um dos topos do cilindro, o óleo é impelido, passando através de uma válvula atingindo o outro topo, amortecendo assim a oscilação da mola.

AMORTECEDORES HIDRÁULICOS

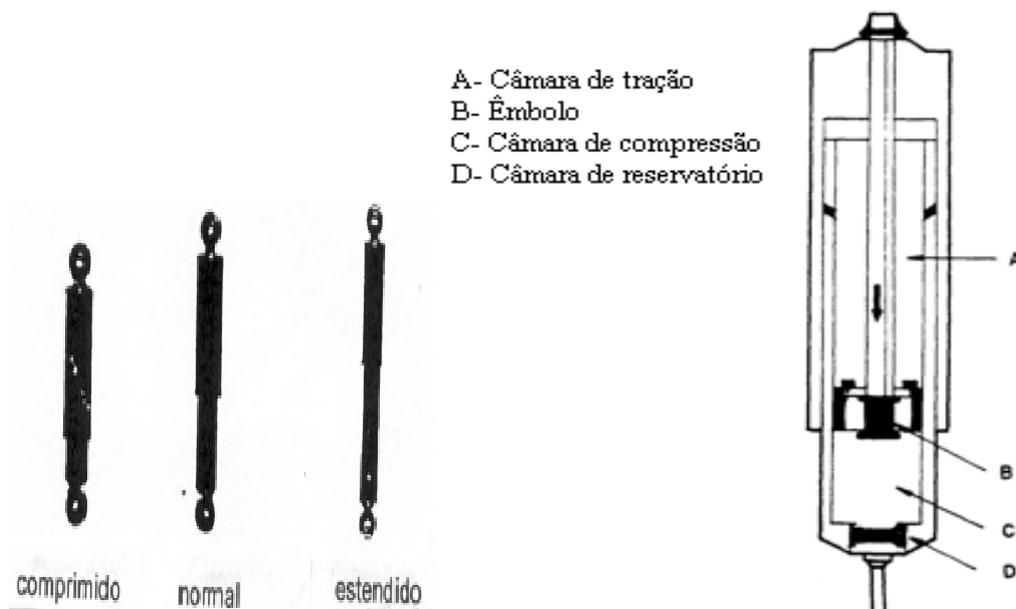
O amortecedor telescópico é mais usado atualmente. Consiste essencialmente num cilindro que contém um pistão ligado a uma haste. A extremidade fechada do cilindro está à articulação ou ao eixo da roda, enquanto a extremidade exterior da haste, que passa através de um vedador existente no cilindro, está ligada à carroceria.

Válvulas reguladoras e canais de passagem comandam o fluxo de óleo, nos dois sentidos, através do pistão. O espaço acima do pistão é menor do que o espaço sob este. Assim, não consegue conter todo o óleo deslocado pelo pistão quando este se dirige para a extremidade inferior do cilindro. Uma

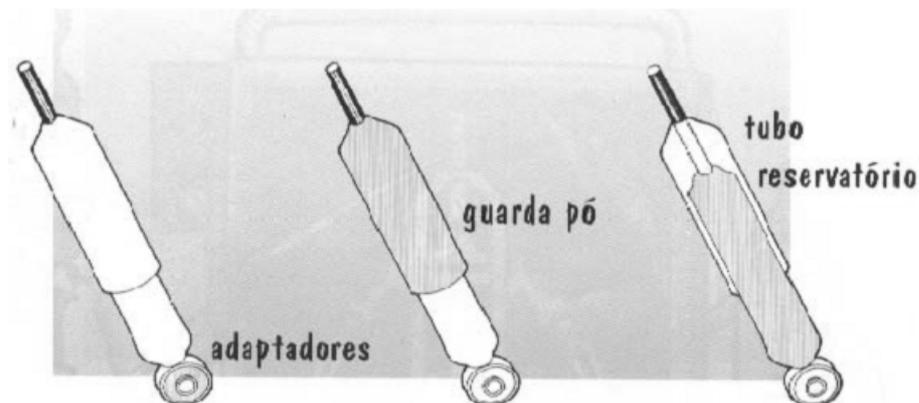
válvula comanda a saída do excesso de óleo para um depósito ou câmara de recuperação, que envolve o cilindro.

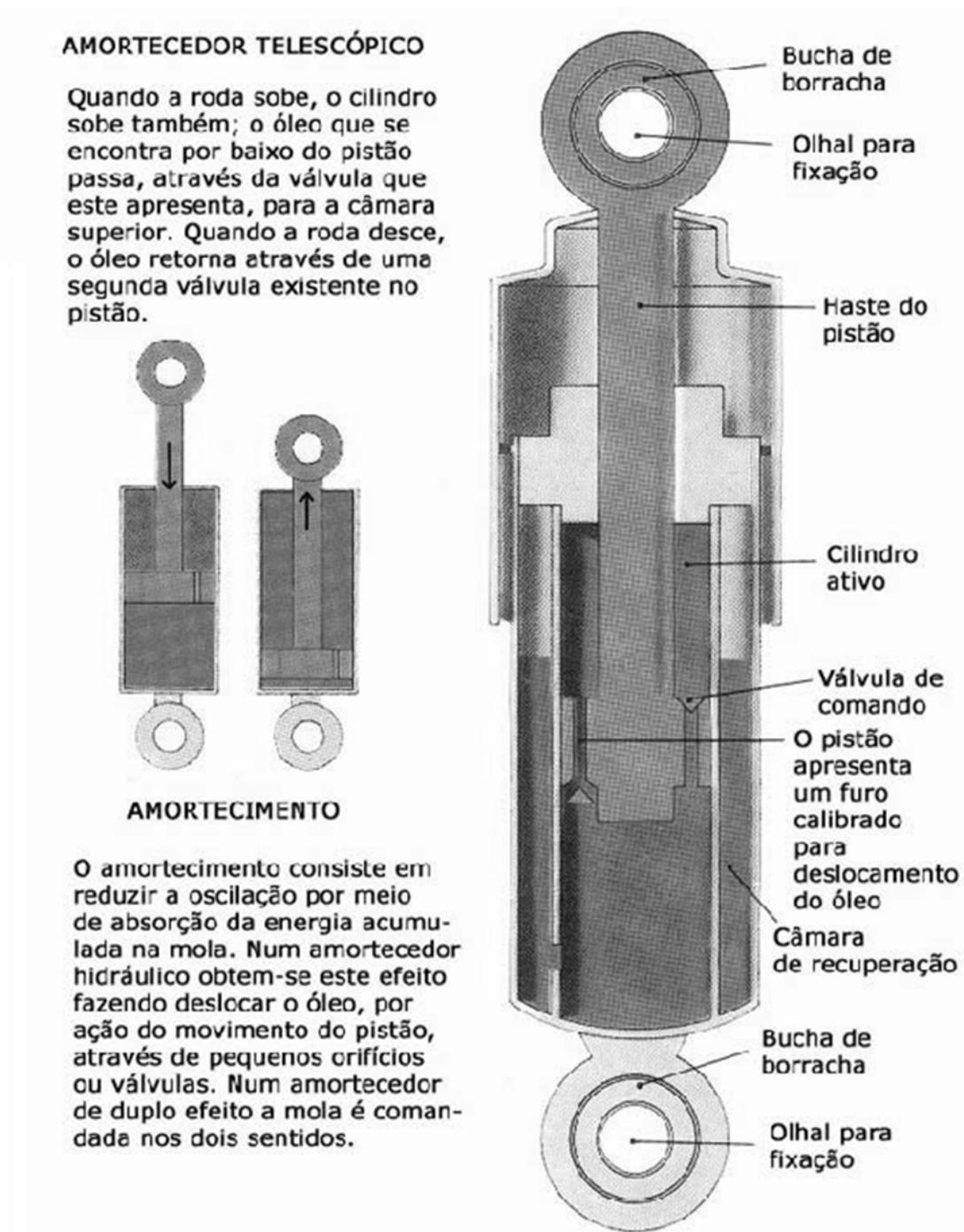
À medida que o amortecedor se distende, como o pistão não desloca da seção superior do cilindro uma quantidade de óleo suficiente para encher a seção inferior, está cheia a partir do depósito e através de uma válvula de enchimento. O amortecedor é hermético e mantém normalmente o depósito sob pressão.

Há vários tipos de amortecedores hidráulicos. Os mais utilizados são os do tipo "Telescópico". Basicamente, o amortecedor telescópico consiste de:



]





Funcionamento dos amortecedores hidráulicos

A suspensão compreende sempre um elemento elástico e um elemento de amortecimento.

O elemento elástico absorve os choques e cria um ressalto. O amortecedor reduz o ressalto da mola e mantém o pneu em contato com o solo.

O amortecedor está fixo à carroceria e a um elemento do eixo rolante. As fixações podem ser flexíveis, por bloco flexível ou por anel de borracha. As fixações também podem ser rígidas com perno.

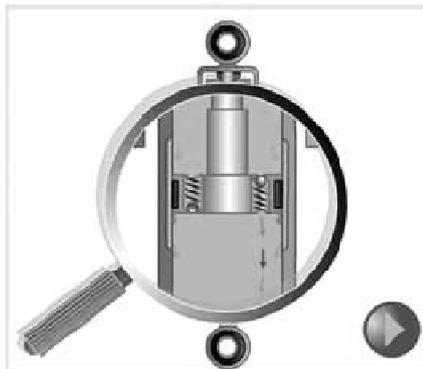
O êmbolo tem um sistema de válvulas e de orifícios calibrados para restringir a passagem do óleo, de modo a criar o efeito de amortecimento.



Figura 26. Sistema de válvulas

Funcionamento interno do amortecedor

Quando o êmbolo desce dentro do cilindro, o óleo passa pelos orifícios calibrados para subir para a parte superior.



Passagem do óleo pelos orifícios calibrados

Quando o êmbolo sobe dentro do cilindro, o óleo passa pelos orifícios calibrados para descer para a parte inferior.

Resumindo...

Quando a suspensão sobe, o óleo é comprimido pelo êmbolo, na câmara de compressão. Neste momento, parte do óleo passa pelo orifício do êmbolo, para a câmara de tração e, outra parte, para a câmara do reservatório. Quando a suspensão desce, o procedimento é invertido e o óleo volta para a câmara de compressão.

Os movimentos do êmbolo são lentos porque o óleo quando passa de uma câmara para outra encontra certa resistência, pois, os orifícios por onde passa são estreitos em relação ao volume de óleo movimentado.

Os amortecedores hidráulicos, de acordo com os seus comportamentos de extensão e compressão podem ser de simples efeito e duplo efeito. O principal fator que caracteriza a diferença entre os dois é a maior ou menor

resistência que se opõe à extensão (abertura) ou à compressão (fechamento) do amortecedor.

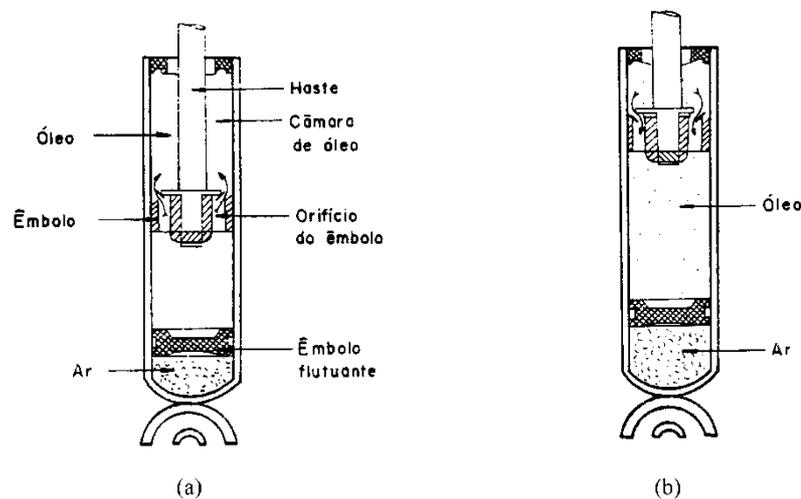
Num amortecedor de "simples efeito", a resistência que se opõe à sua extensão é muito maior do que a que se opõe à sua compressão, ou seja, o amortecedor tempo para "abrir" do que para "fechar". No caso do amortecedor de "duplo efeito", a resistência que se opõe à sua extensão é um pouco maior, quase igual a que se opõe à sua compressão. Desse modo o tempo que o amortecedor leva para "fechar" é quase igual ao tempo que leva para abrir. Nos dois casos, a resistência que se opõe à extensão é maior.

AMORTECEDOR ÓLEO-PNEUMÁTICO

Esse amortecedor, aparentemente, é parecido com o amortecedor hidráulico telescópico. No entanto, internamente, constitui-se de um sistema cilindro-êmbolo, de uma câmara com ar comprimido e outra com óleo, limitadas por um êmbolo flutuante.

Funcionamento

No movimento de compressão a haste desloca-se na câmara de óleo. A velocidade de seu movimento é controlada pela passagem de óleo pelos orifícios do êmbolo. Nesse momento o êmbolo flutuante comprime o ar na parte inferior (Fig. 3a). No movimento inverso, a velocidade da haste na câmara de óleo também é controlada pelos orifícios do êmbolo. E, nesse momento, o ar comprimido por trás do êmbolo flutuante, empurra-o para o ponto inicial de seu deslocamento.



Os amortecedores hidráulicos contêm óleo e ar. Por isso, estão sujeitos à perda de pressão e falha através de dois mecanismos:

- ✓ Aeração e
- ✓ Cavitação

A aeração é a mistura de ar com óleo, formando bolhas de ar nas câmaras de tração e de compressão. Ocorre com o aumento da temperatura

nessas câmaras e provoca a diminuição na capacidade do amortecedor de absorver impactos.

A cavitação é provocada por um impacto muito rápido: produz uma perda momentânea da ação do amortecedor. A cavitação deve-se ao surgimento de um vácuo (abaixamento da pressão do ar) nas câmaras de óleo.

A aeração e a cavitação diminuem a aderência dos pneus com o piso e comprometem a segurança do veículo.

Para resolver esses problemas foi criado o amortecedor pressurizado.

AMORTECEDOR PRESSURIZADO

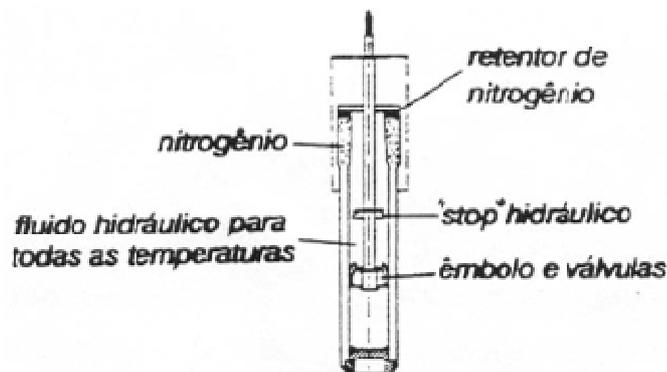
Esse amortecedor tem o gás nitrogênio, o mesmo que compõe a maior parte do ar. O nitrogênio forma um bolsão na parte superior da câmara-reservatório. Como esse gás não se mistura com o óleo, ele não forma bolhas, ou seja, não ocorre a aeração. Além disso, o nitrogênio auxilia o resfriamento do óleo e, portanto, impede a ocorrência de cavitação.

Precaução!!!

Esse tipo de amortecedor não deve ser aberto! Há risco de explosão.

Os amortecedores pressurizados podem ser regulados de acordo com o veículo e o piso em que este vai se deslocar. Alguns amortecedores pressurizados podem ser regulados mecanicamente. Outros tem uma estrutura diferente e sua regulagem é automática.

Os amortecedores de regulagem automática tem um dispositivo chamado “stop hidráulico” ligado à haste. Quando o amortecedor recebe grandes choques, esse dispositivo dificulta a passagem do óleo e, assim, reduz ou elimina o movimento da haste e do êmbolo.



Amortecedor pressurizado a nitrogênio

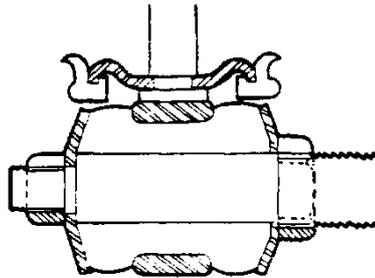
Quando os veículos trafegam em estradas bem conservadas, os amortecedores alcançam altas quilometragens, com desempenho satisfatório. Mesmo assim, os seus fabricantes recomendam a sua troca, quando eles apresentam os primeiros sinais de fadiga. No entanto, quando os veículos trafegam em estradas mal conservadas, de pisos irregulares, a fadiga dos amortecedores apresenta-se antes do tempo estimada, bem como os desgastes das buchas de borracha e o afrouxamento dos suportes de suspensão, defeitos esses que devem ser imediatamente corrigidos, após as inspeções.

FIXAÇÃO DO AMORTECEDOR

Os amortecedores podem ser fixados aos seus pontos de trabalho, por meio de olhais ou espigas. Em ambos os casos, usam-se coxins de borracha.

Fixação por olhal

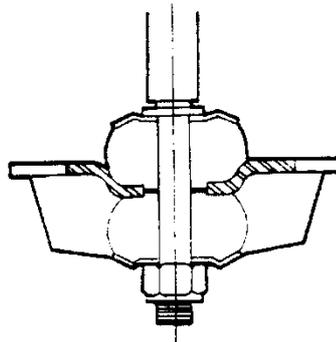
Este é o tipo mais comum para fixação do amortecedor ao eixo do veículo.



Fixação por olhal.

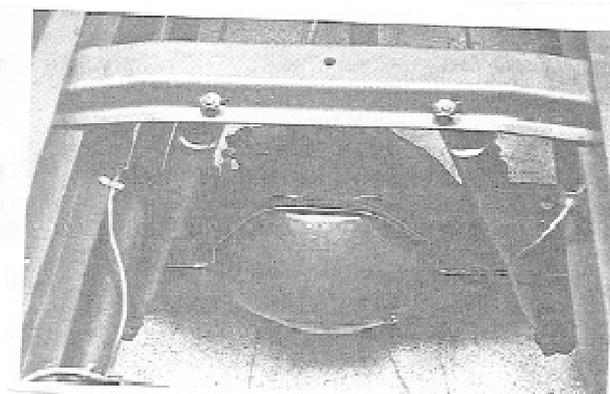
Fixação por espiga

Este é o tipo mais comum para fixação do amortecedor à carroceria do veículo.



Fixação por espiga.

Em alguns veículos, os amortecedores telescópicos são montados de forma inclinada; esse sistema é popularmente chamado "andar de marinheiro". Dessa forma, auxiliam e até substituem o estabilizador em curvas feitas a baixa velocidade.



A suspensão é constituída por três partes básicas:

- ✓ Estrutural, que faz a conexão roda-chassi;
- ✓ Molas, que absorvem os impactos da roda;
- ✓ Amortecedores, que atenuam os impactos impostos às molas.

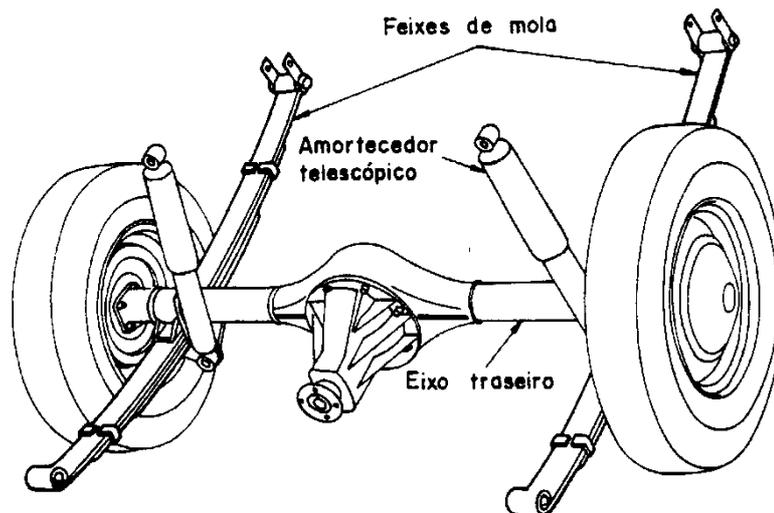
Tipos de suspensão

De acordo com a parte estrutural, a suspensão é classificada como:

- ✓ Dependente
- ✓ Independente
- ✓ Semi independente

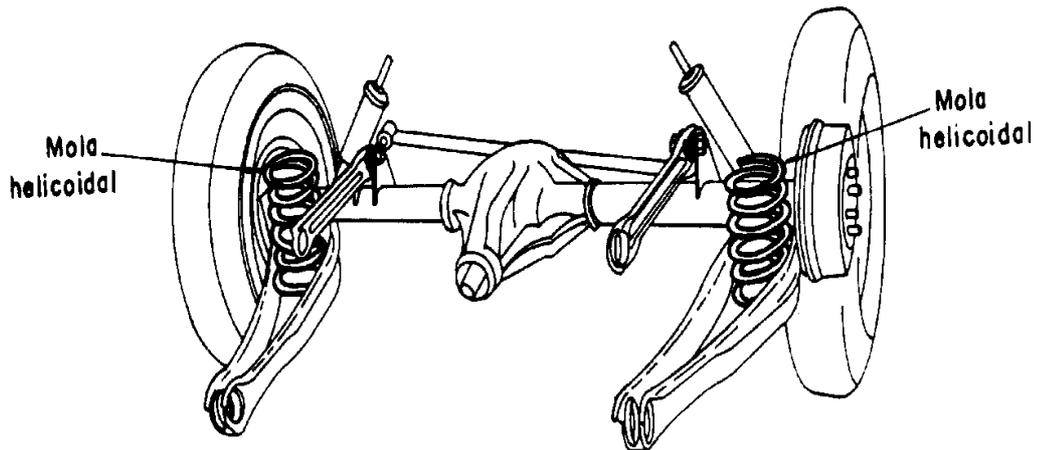
As suspensões dependentes caracterizam-se por possuírem eixo rígido transversal. Neste caso, os elementos de ligação do eixo ao chassi são o feixe de molas ou a mola helicoidal. Assim, os impactos ou trepidações de uma roda são transmitidos à outra. Os tipos mais comuns de suspensão dependente são:

a) Com feixe de molas



Suspensão com feixe de molas.

b) Com mola helicoidal

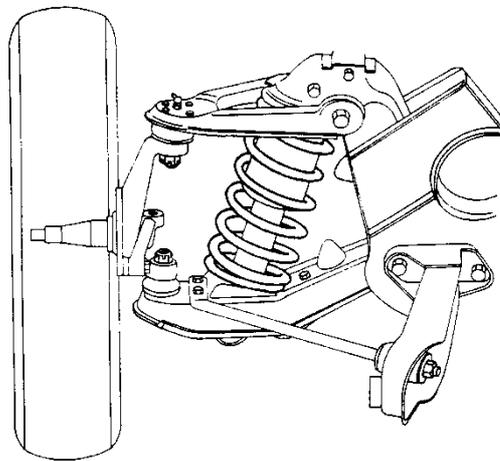


Suspensão com mola helicoidal.

SUSPENSÕES INDEPENDENTES

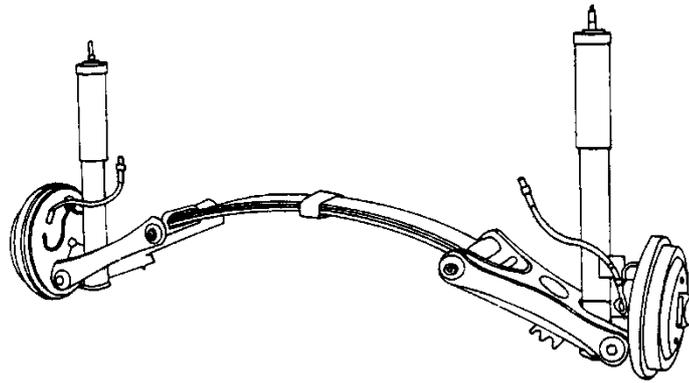
As suspensões independentes caracterizam-se por serem utilizadas uma para cada roda. Desse modo, as trepidações de uma roda, não se transmitem às outras. Neste tipo de suspensão, as molas utilizadas são de diversos tipos. No entanto, a de utilização mais frequente, é a mola helicoidal fabricada em forma de hélice cilíndrica e, geralmente, com barras cilíndricas de aço especial. Os tipos mais comuns de suspensão independente são:

- a) Com mola helicoidal



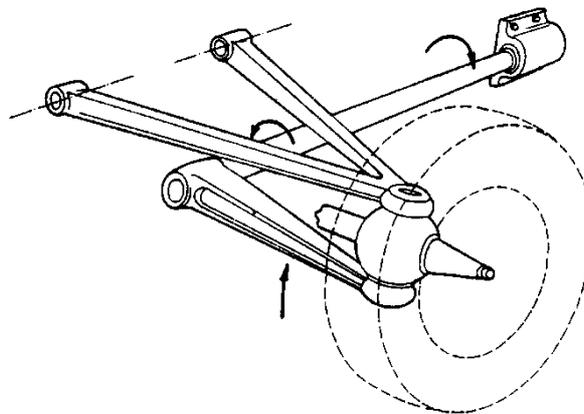
Suspensão independente com mola helicoidal.

- b) Com feixes de molas



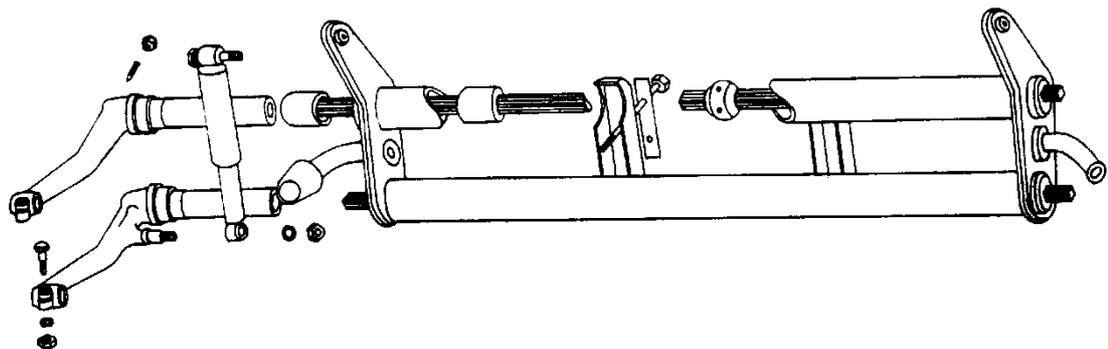
Suspensão independente com feixe de molas.

c) Com barra de torção



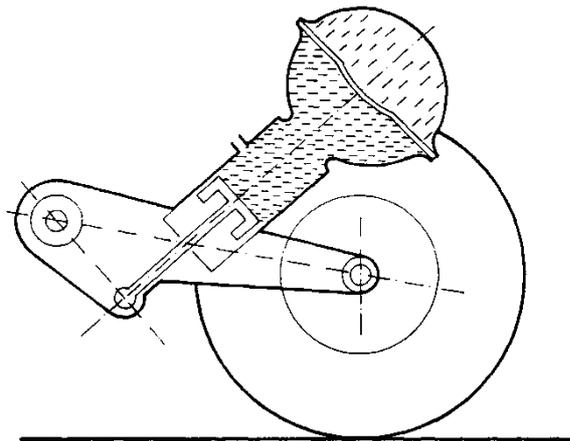
Suspensão independente com barra de torção.

d) Com feixe de torção



Suspensão independente com feixe de torção.

e) Hidro-pneumática



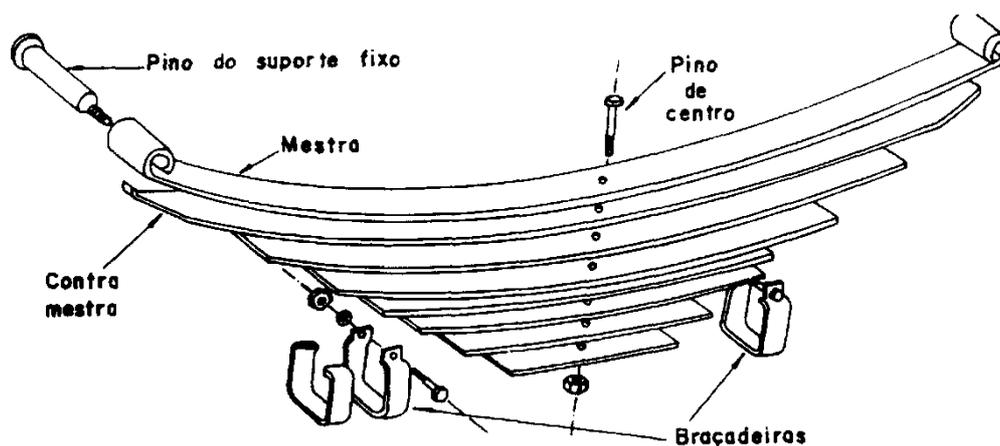
Suspensão hidropneumática.

CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS

FEIXE DE MOLAS

O feixe de molas é um conjunto de lâminas de aço, de comprimentos diferentes. Em alguns veículos leves e de baixa potência, os feixes de molas são colocados transversalmente ao sentido de seu movimento. Atualmente, a tendência é diminuir o número de lâminas do feixe de molas, bem como, a curvatura das mesmas.

As lâminas são montadas umas sobre as outras, por meio de um pino central e de braçadeiras conforme figura.



Feixe de molas.

Em alguns feixes de mola, são adicionados elementos de borracha, telas enceradas e discos de bronze, auto lubrificadas, para facilitar a ação de deslizamento, nos extremos das lâminas.

COMPONENTES DA SUSPENSÃO POR FEIXE DE MOLA

Braçadeiras

São peças de aço, nas quais, as molas são encaixadas, para assegurar o alinhamento longitudinal do feixe. As braçadeiras são fixadas a uma das lâminas, através de rebites.

Pino central

Também conhecido como parafuso de centro, é um parafuso de cabeça arredondada, com porca sextavada, que une as lâminas, através dos orifícios existentes no centro de cada uma delas. A cabeça arredondada do pino central encaixa-se num orifício central, no eixo do veículo, onde funciona como "guia" do feixe.

Algemas

Também conhecidas como jumelos, são braçadeiras de aço que, trabalhando com pinos e buchas de borracha, articulam-se com o feixe de molas e o chassi, permitindo que as molas se flexionem.

Suporte dianteiro

É um suporte de aço, fixado em um dos extremos do feixe de molas e no chassi do veículo, através de pino e buchas espaçadoras, de borracha.

Batentes.

Também chamado de coxim, é uma peça de borracha maciça, fixada ao chassi do veículo, com a finalidade de limitar a flexão máxima do feixe de molas.

Grampo "U"

É uma peça de aço, braçadeira em forma de "U", que abraça o feixe de molas, fixando-o ao eixo do veículo.

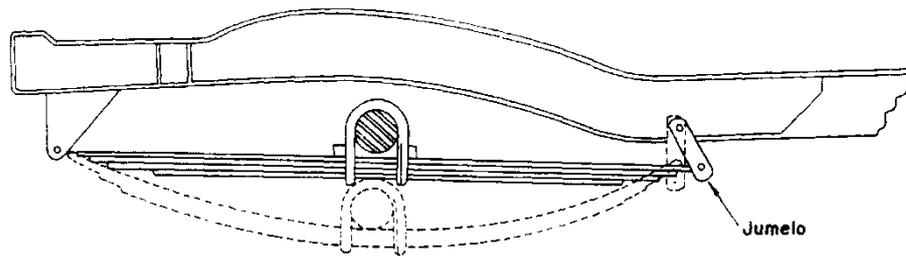
Amortecedor

Dispositivo que tem a finalidade de amortecer os impactos impostos ao feixe de molas, pelas rodas, quando o veículo transita em estradas irregulares.

FUNCIONAMENTO DO FEIXE DE MOLAS

Quando o veículo se desloca em pisos irregulares, as suas rodas sofrem impactos. Esses impactos seriam transmitidos diretamente à carroceria do veículo, se esse não tivesse a suspensão. Desse modo, na suspensão dependente com feixe de molas, o elemento intermediário, entre o eixo da roda e a carroceria, é o feixe de molas que, ao receber o impacto, agora causado

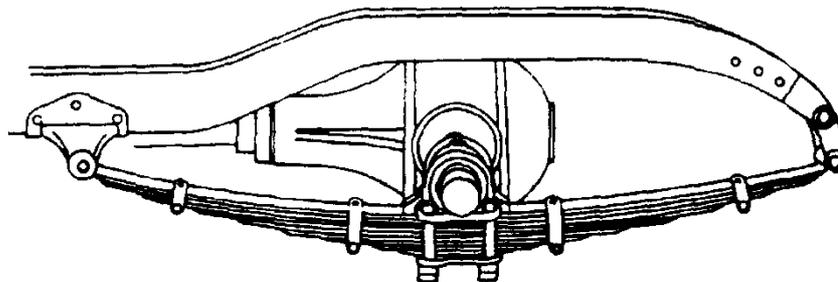
pela roda, flexiona-se, absorvendo, para si, a maior força desse impacto, deixando, apenas, que se transmita à carroceria, um pequeno reflexo desse



Funcionamento da suspensão dependente com feixe de molas.

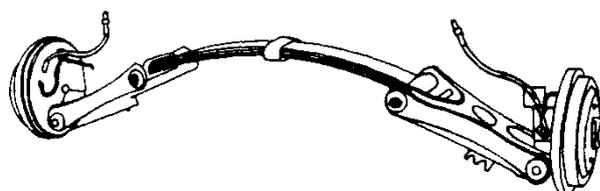
Quando o feixe de molas se flexiona, o jumelo permite o seu movimento. O feixe de molas consegue flexionar-se, porque as braçadeiras que seguram e alinham as molas, permitem que as lâminas do feixe deslizem através delas. Os veículos são fabricados com os feixes de molas situados em duas posições.

Longitudinal



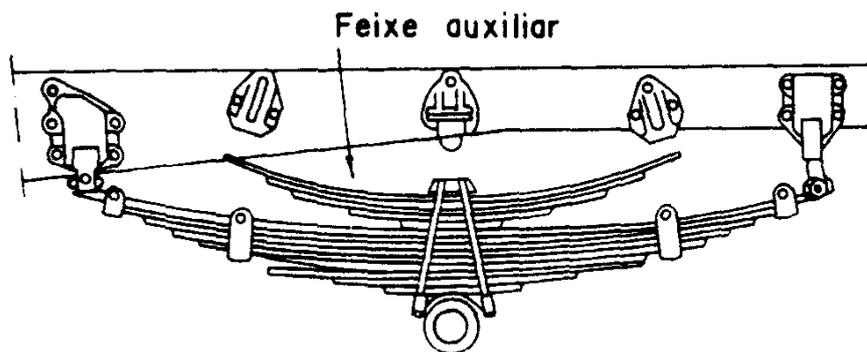
Disposição longitudinal do feixe de molas.

Transversal.



Disposição transversal do feixe de molas.

Em veículos pesados e extrapesados existem geralmente, feixes de molas auxiliares (contra feixe) que atuam somente quando a carga sobre o veículo atinge um determinado peso.



Feixe de molas para veículos pesados e extrapesados.

Para funcionamento normal da suspensão dependente com feixe de molas, devem ser observados os seguintes procedimentos de manutenção:

1. Examinar se há lâminas quebradas no feixe;
2. Examinar se o parafuso de centro está "degolado";
3. Reapertar periodicamente as braçadeiras do feixe;
4. Verificar se há folgas e desgastes inconvenientes nos pinos e buchas das algemas;
5. Quando substituir uma das molas fazer o arqueamento das demais comparando suas curvaturas;
6. Verificar se há folgas e desgastes inconvenientes nos pinos do suporte fixo;
7. Verificar a ação do amortecedor periodicamente;
8. Verificar se há quebra ou desgaste inconveniente no batente (coxim);
9. Reapertar, periodicamente o grampo "U" e conferir sua centralização.

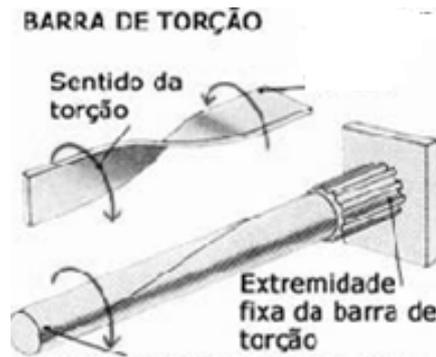
NOTA: quaisquer defeitos detectados devem ser corrigidos.

DEFEITOS E CAUSAS

Defeitos	Causas
Quebra das molas	Excesso de peso Grampos frouxos Amortecedor sem ação
Suspensão baixa	Molas desaqueadas.
Barulho na suspensão	Buchas do jumelo ou borrachas dos amortecedores danificados. Amortecedor sem ação. Elementos frouxos.
Suspensão oscilando muito	Amortecedor sem ação
Veículo desquadrado	Pino central, do feixe de molas, quebrado

BARRA DE TORÇÃO

É um eixo de aço especial, de seção circular, que pode ser deformado por meio de torção. Para tal, um de seus extremos é encaixado ao chassi do veículo, onde se fixa, e, o outro extremo liga-se, rigidamente, a um braço que recebe a carga e permite movimentos semicirculares que o deformam. Para oferecerem maior resistência à fadiga, as partes terminais do eixo, quase sempre, são de seção maior do que a parte mediana, e apresentam um perfil entalhado ou poligonal, para permitirem a ligação com os elementos solicitantes.



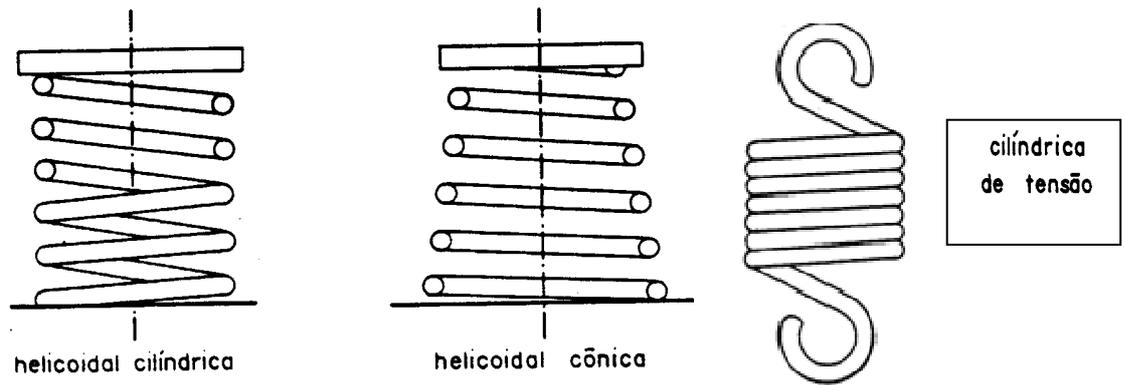
A barra de torção acumula energia quando é torcida. Uma das extremidades está fixa à carroceria, enquanto a outra está ligada a um elemento capaz de suportar o esforço. A barra de torção é frequentemente utilizada como estabilizador. Consiste numa barra de aço montada transversalmente à linha de eixo do automóvel em buchas de borracha e com as extremidades – ligadas à suspensão – dobradas de modo a atuarem como alavancas.

Quando as rodas do mesmo eixo sobem e descem simultaneamente, a barra de torção apenas roda nos seus apoios, sem exercer qualquer efeito no sistema de suspensão. Se apenas uma das rodas descer ou subir ou a carroceria se inclinar, numa curva, a barra é utilizada de diferentes formas na suspensão de um automóvel.

MOLA HELICOIDAL

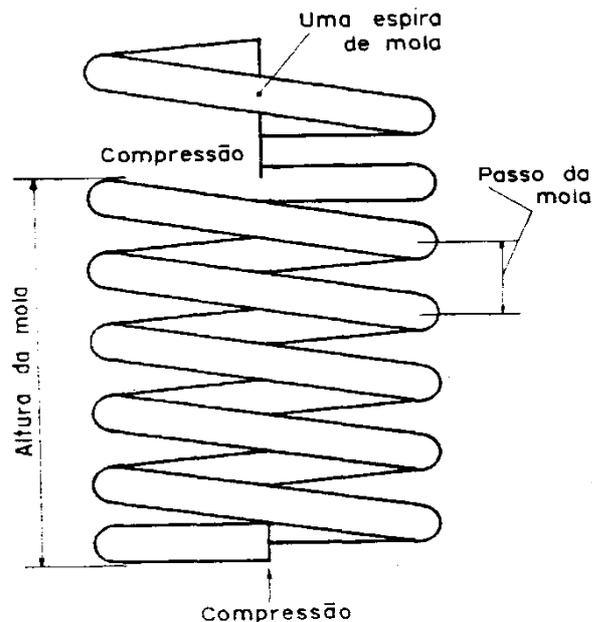
A mola helicoidal é uma peça feita de aço temperado, de seção circular, elástica, e que reage quando distendida ou comprimida. No veículo, a mola helicoidal desempenha várias funções em vários sistemas.

No entanto, vamos falar apenas de sua função no sistema de suspensão. Há vários tipos de molas helicoidais.



Tipos de molas helicoidais.

A usada na suspensão dos veículos é a mola helicoidal cilíndrica. Neste caso, a mola reage á compressão, pois funciona entre a carroceria e os eixos das rodas. A mola helicoidal, conforme seu nome indica, é enrolada em forma de hélice. As suas principais partes são: espira, que é uma volta completa da mola, e passo que é a distância entre os centros de duas espiras vizinhas.



Elementos de uma mola helicoidal.

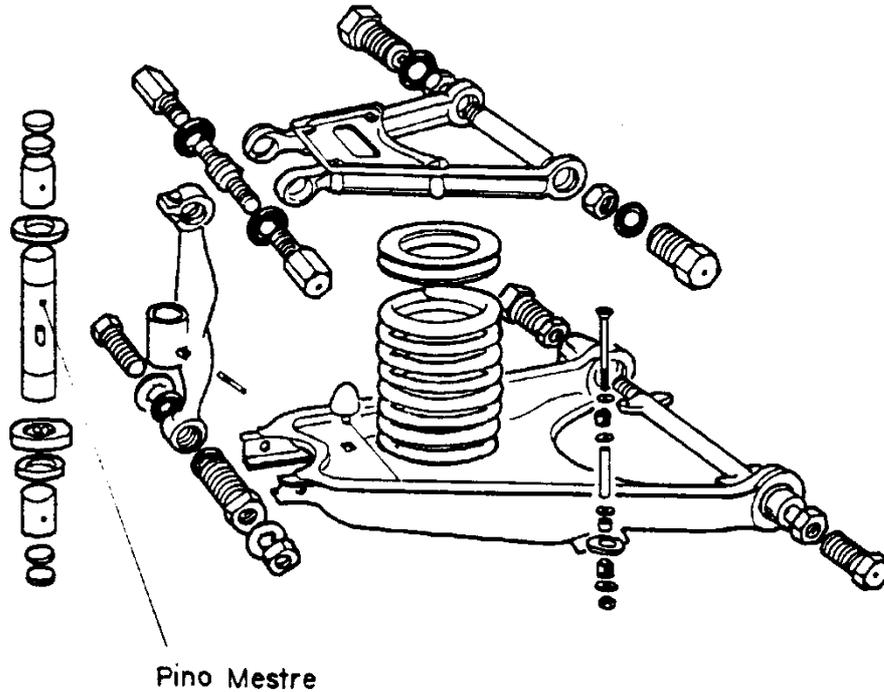
O emprego da mola helicoidal, em substituição ao feixe de molas, oferece as seguintes vantagens:

- ✓ É de fácil fabricação;
- ✓ Ocupa menos espaço;
- ✓ Pesa menos;
- ✓ Não causa atritos.

SUSPENSÕES INDEPENDENTES

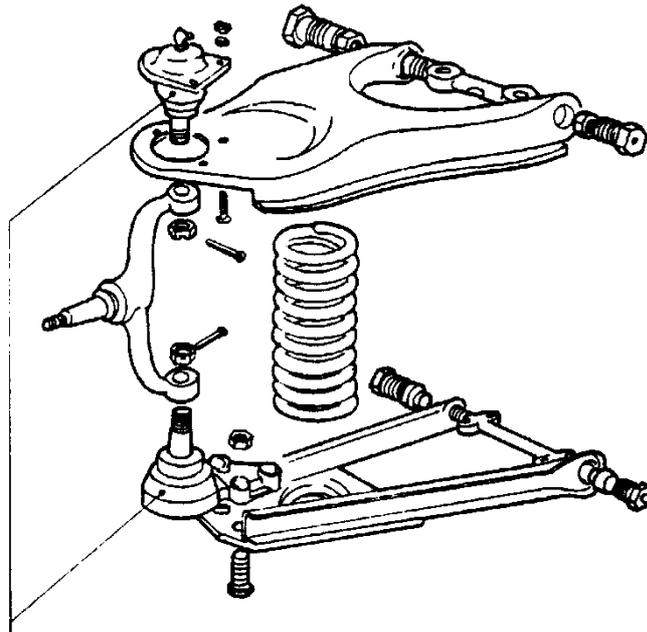
Os tipos mais comuns de suspensão independente, com mola helicoidal, são:

1. Suspensão dianteira, independente, com mola helicoidal e pino mestre.



Suspensão dianteira, independente, com mola helicoidal e pino mestre.

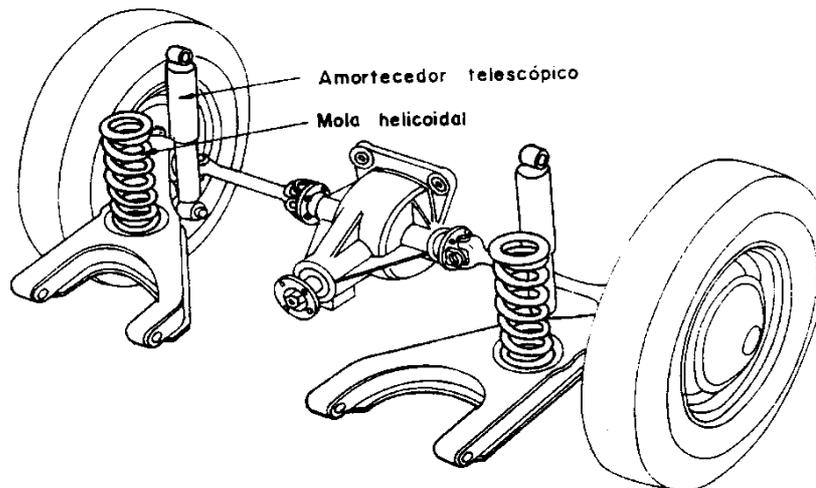
2. Suspensão dianteira, independente, com a mola helicoidal e articulações esféricas



Articulações Esféricas

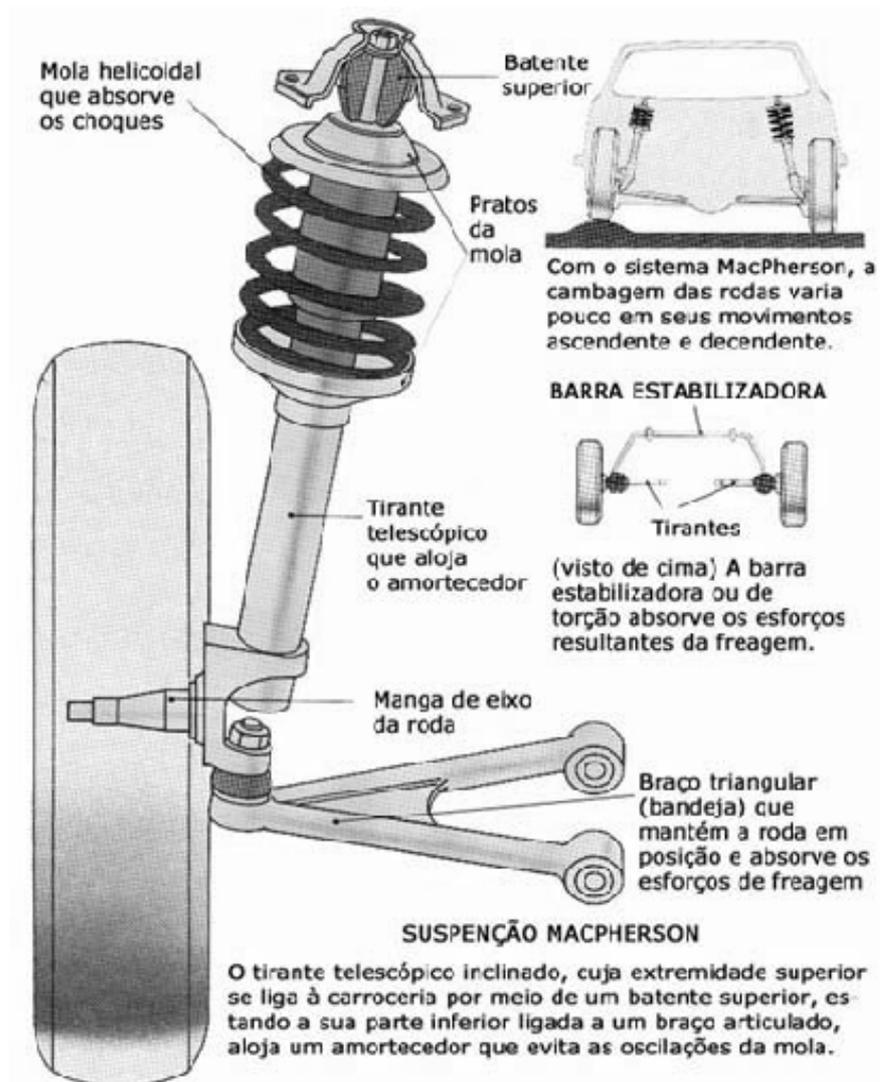
Suspensão dianteira, independente, com a mola helicoidal e articulações esféricas.

3. Suspensão traseira independente, com mola helicoidal



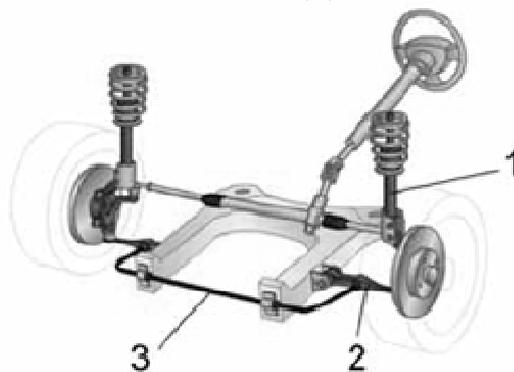
Suspensão traseira independente, com mola helicoidal.

4. Suspensão independente com mola helicoidal do tipo MACPHERSON



Suspensão independente com mola helicoidal do tipo MACPHERSON.

O eixo dianteiro do tipo MacPherson é constituído por uma perna de força (1), um braço (2) e uma barra estabilizadora (3).



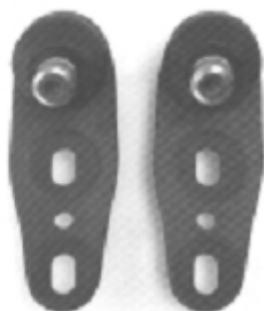
COMPONENTES DA SUSPENSÃO INDEPENDENTE

Articulação Esférica

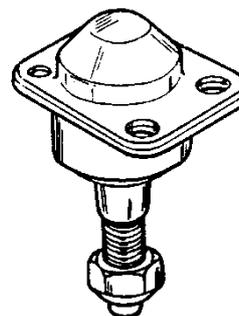
É uma peça de aço que faz a ligação dos braços da suspensão à ponta do eixo, permitindo o movimento da roda, quando essas mudam de direção ou sofrem impactos verticais. A articulação esférica, geralmente, compreende um eixo cônico, com rosca em um dos extremos e com o outro extremo em forma semi-esférica que se encaixa em um alojamento, também semi-esférico, com o qual se articula. Entre os dois, há uma película de material lubrificante.



Articulador (pivô)



Articuladores



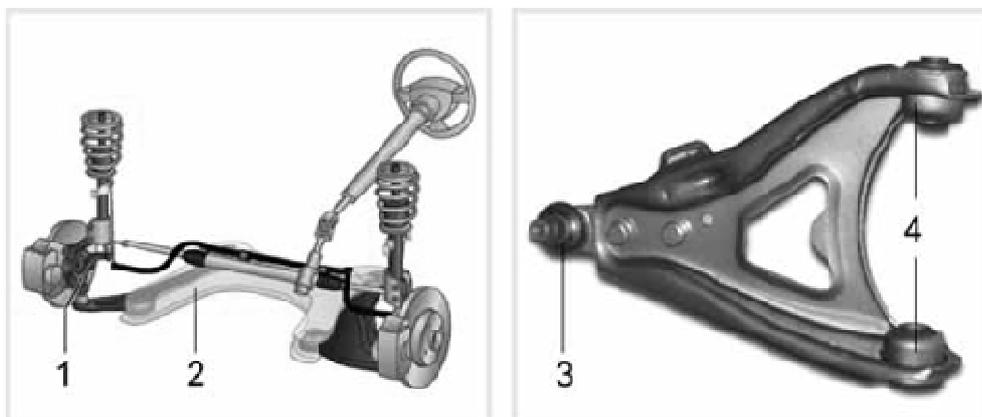
Articulação esférica.

Nos veículos pesados e extrapesados, em substituição às articulações esféricas, usam-se apenas buchas cilíndricas, que permitem somente o movimento de rotação, em torno de um único eixo.

Braços oscilantes (bandejas)

São peças de aço que ligam a roda à carroceria do veículo, articulando-se com os demais componentes, para permitirem os movimentos da roda. Os braços podem trabalhar nos sentidos longitudinal, transversal ou oblíquo. Geralmente, existem dois braços. Um braço superior e um inferior.

O braço oscilante liga a manga-de-eixo (1) ao berço (2) e inclui uma rótula (3) e articulações elásticas (4).

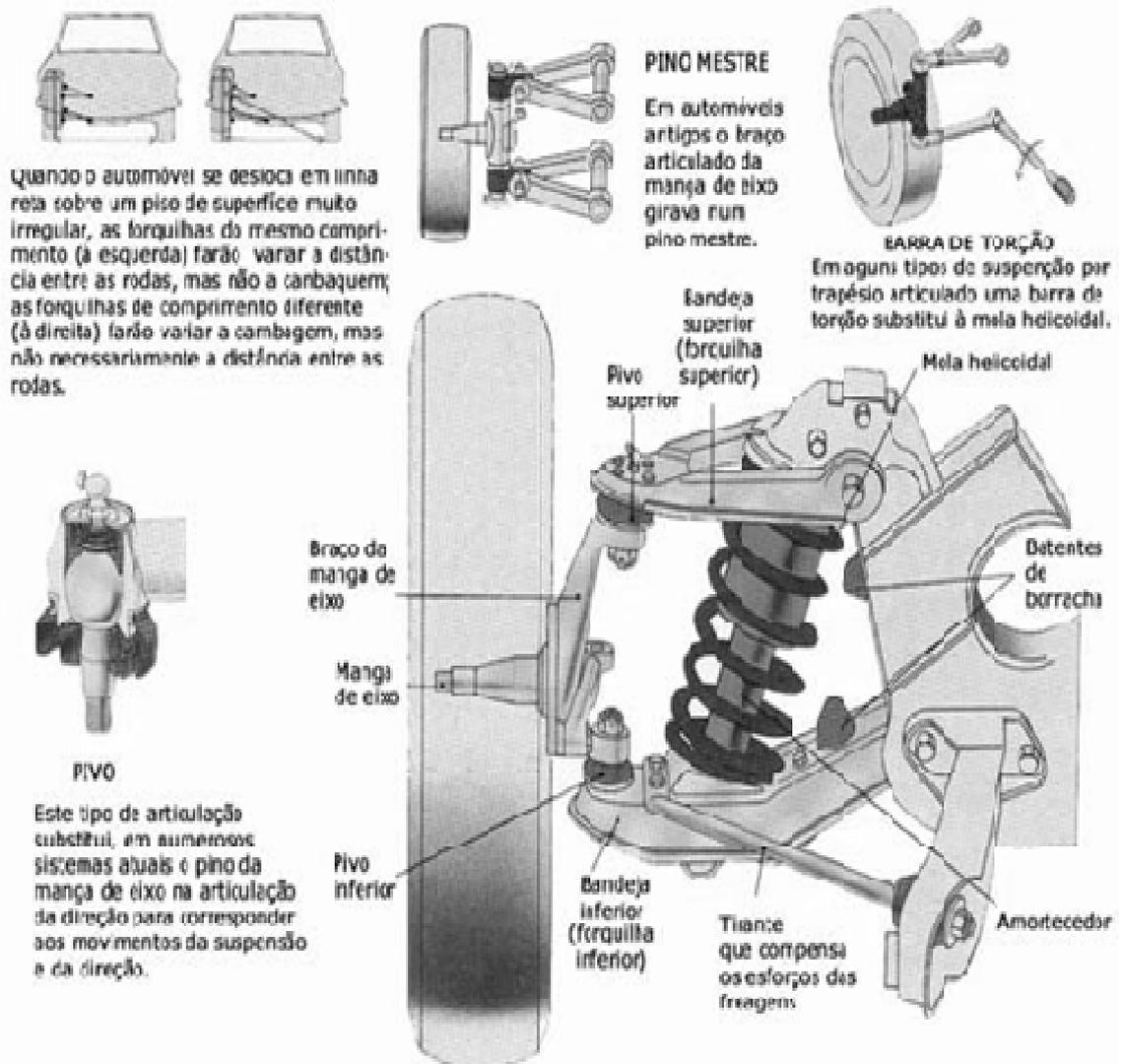


Braços oscilantes

Há dois tipos de braços oscilantes: braço inferior em “L” ou “austral” (1) e braço inferior triangular (2).



A disposição de todo o conjunto (o comprimento, a posição e o ângulo de articulação dos seus elementos) condiciona a trajetória das rodas quando o automóvel se desloca sobre um pavimento de superfície irregular. O comportamento das rodas, por sua vez, influencia o comando da direção, a aderência à faixa de rodagem e o desgaste dos pneus.

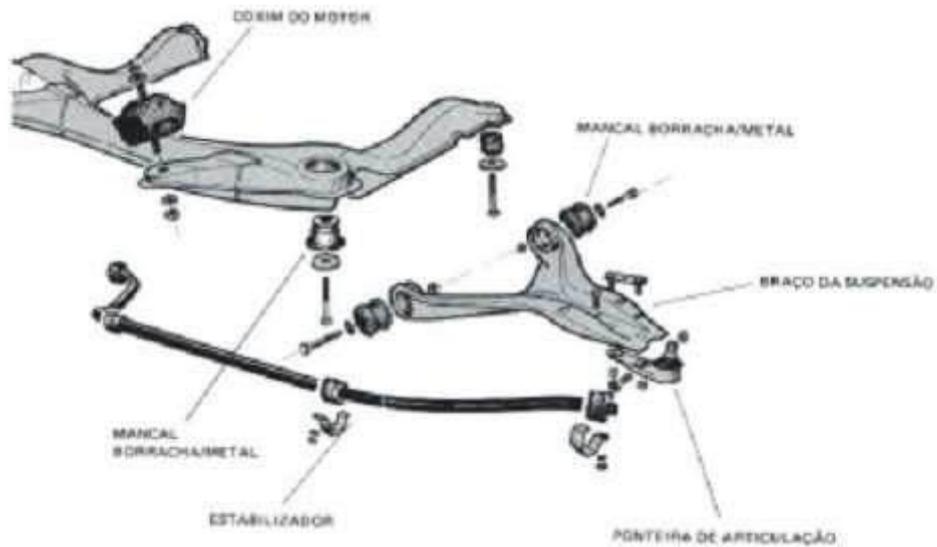


Se os braços ou triângulos, superior e inferior, forem paralelos e do mesmo comprimento, as rodas não se inclinarão ao moverem-se para cima e para baixo, devido às irregularidades do piso. Contudo, ocorre uma pequena variação na via – distância entre as rodas, medida transversalmente ao automóvel, o que reduz a duração dos pneus. Nas curvas, a eficiência das rodas diminui, já que estas se inclinam para fora, acompanhando a carroceria.

Atualmente, os braços, em geral não são nem paralelos nem do mesmo comprimento, sendo a de cima a mais curta. Em consequência, as rodas não se mantêm verticais quando se movem para cima e para baixo, devido às irregularidades do piso, mas inclinam-se ligeiramente para dentro. Em consequência disto, torna-se possível um melhor comportamento nas curvas, já que quando a carroceria se inclina para fora, a roda que se encontra mais afastada do lado de dentro da curva, ou seja a que exerce mais pressão sobre a faixa de rodagem, fica mais ou menos perpendicular ao solo.

Buchas e quadro da suspensão

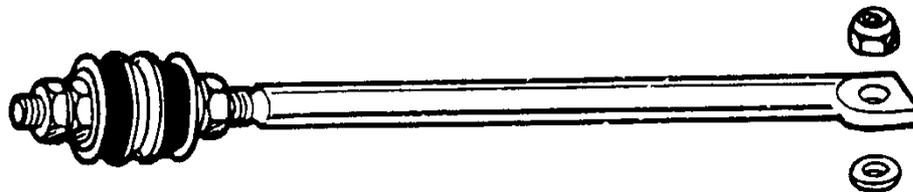
As buchas são elementos de borracha instalados em locais da suspensão que servem para atenuar os impactos sofridos pelos pisos irregulares e, também, para possibilitar o molejo dos componentes móveis da suspensão.



Vista explodida da localização das buchas de suspensão

Tensor

É um tirante de aço que liga o braço à carroceria do veículo

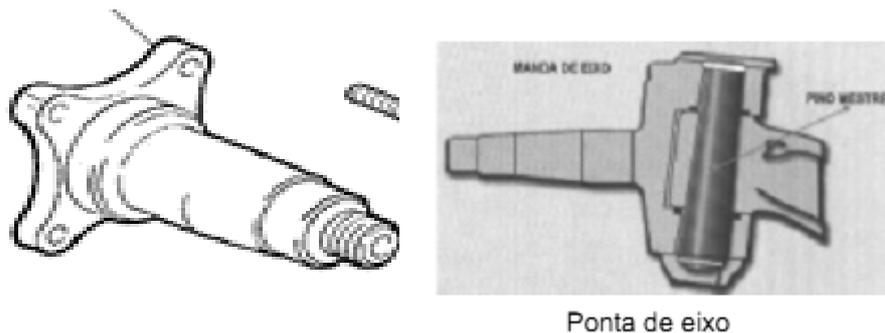


Tensor.

O tensor ajuda o braço a suportar os esforços que lhe são impostos, quando o veículo arranca ou freia.

Ponta de eixo

É um eixo de aço que se articula com os braços da suspensão. Sua seção terminal é chamada, geralmente, manga-de-eixo. A ponta do eixo é cônica e une-se a seu suporte, por meio de articulações esféricas. Em sua extremidade, há uma parte roscada que permite a instalação e regulagem do cubo, por meio de dois rolamentos cônicos. Atualmente, em certos veículos, as pontas de eixo são menores, permitindo apenas a instalação de um único rolamento, de grande diâmetro e com duas pistas de esferas, montado diretamente no suporte das articulações esféricas.



Ponta de eixo

Batente

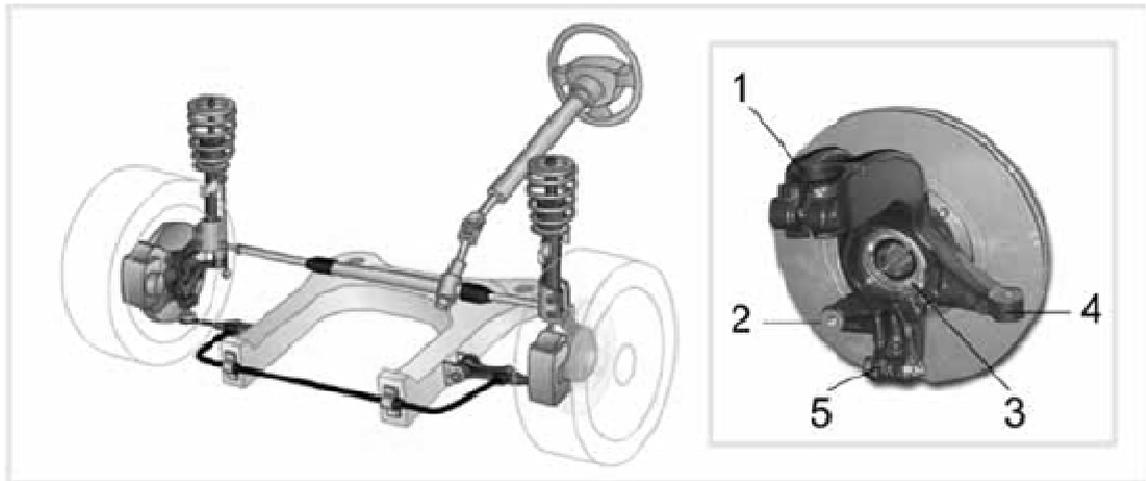
Também chamado de coxim, é uma peça de borracha maciça, fixada ao chassi do veículo, com a finalidade de limitar a flexão máxima das molas, quando o veículo se desloca em pisos irregulares, e suas rodas sofrem impactos. Esses impactos seriam transmitidos diretamente à carroceria do veículo, se esse não tivesse a suspensão. Desse modo, na suspensão independente com mola helicoidal, o elemento intermediário, entre os braços da suspensão e a carroceria, e a mola helicoidal que, ao receber o impacto, agora causado pela roda, comprime-se, absorvendo, para si, a maior força desse impacto, deixando, apenas, que se transmita à carroceria um pequeno reflexo desse.



Batente e coifa

Manga-de-eixo

A manga de eixo sustenta a perna de força (1), o estribo do freio (2), o cubo (3) e o respectivo rolamento. A manga-de-eixo inclui os pontos de fixação da rótula de direção (4) e da rótula inferior (5).



Na maioria dos automóveis, a suspensão traseira tem de suportar a maior parte da carga adicional, que corresponde ao peso dos passageiros e da bagagem. Se as molas da suspensão forem suficientemente rígidas para suportar apenas o peso do automóvel e do motorista, serão demasiado macias quando o automóvel estiver completamente cheio e vice – versa.

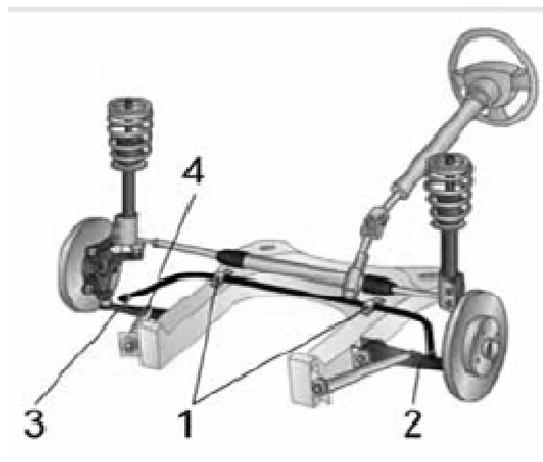
Os fabricantes recorrem a vários processos para resolver estas dificuldades. A suspensão traseira pode incluir eixos motores com molas de lâminas ou eixos motores com outros tipos de molas e dispositivos de fixação, havendo ainda variações de suspensão independente que utilizam molas de lâminas ou helicoidais, barras de torção, borrachas, dispositivos pneumáticos e hidro elásticos, etc.

Barra estabilizadora

O estabilizador é uma barra de aço. É um dos elementos que compõem o sistema de suspensão do veículo. É chamado de estabilizador, porque a sua função é estabilizar a carroceria limitando a sua inclinação lateral, quando o veículo faz curvas. O estabilizador atua na suspensão dianteira e na traseira dos veículos.

A barra que constitui o estabilizador é de aço temperado, de seção circular e encurvado nas extremidades, de modo a formar dois braços. O estabilizador é instalado na carroceria ou no chassi do veículo. É apoiado em suportes com mancais de borracha (coxim) e protetores de aço que protegem a borracha. As ligações dos braços do estabilizador com as extremidades do eixo das rodas, ou com as extremidades do triângulo da suspensão são feitas através de barras articuladas, com anéis de borracha, para evitar atrito entre as partes metálicas.

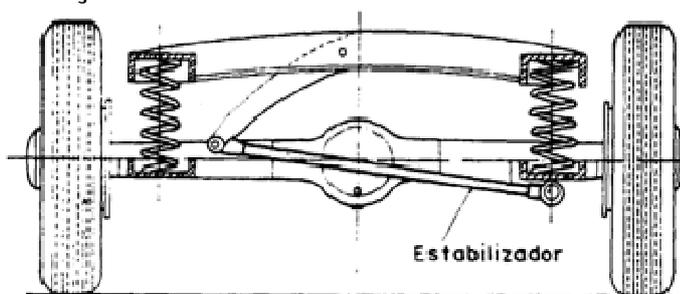
A barra estabilizadora do eixo MacPherson está fixa ao berço (1) e ao braço inferior (2). A barra estabiliza o deslocamento longitudinal dos braços inferiores.



Barra estabilizadora

A barra estabilizadora liga os dois semieixos através de blocos flexíveis (3) e participa na limitação dos movimentos da carroceria.

Certos modelos estão equipados com tirantes (4) que sustentam longitudinalmente o braço inferior.



Suspensão traseira

FUNCIONAMENTO E MANUTENÇÃO

Quando o veículo percorre uma curva é submetido à ação da força centrífuga, que faz com que a sua carroceria se incline lateralmente sobre os elementos elásticos da suspensão. Essa inclinação é tanto maior quanto maior for a velocidade do veículo e mais fechada for a curva. Desse modo, é necessária a instalação de um dispositivo que venha a contrariar essa força centrífuga, e que, no entanto, não venha a prejudicar a ação amortecedora dos elementos elásticos da suspensão, quando o veículo estiver percorrendo retas. Assim sendo, o estabilizador cumpre esse papel, porque, sendo uma barra de torção, instalada paralelamente com os planos horizontais da carroceria e dos eixos das rodas, só atua quando um desses planos se modifica, em relação aos seus eixos, o que acontece quando a carroceria se inclina.

Manutenção

Para o funcionamento normal do estabilizador, devem ser observados os seguintes procedimentos:

- ✓ Substituir os mancais e retentores deformados;
- ✓ Verificar empenos e deformações;

- ✓ Substituir o estabilizador que estiver mais deformado.

FEIXE DE TORÇÃO

É um feixe de lâminas retas e de seção retangular. Trabalha dentro de um tubo de aço fixado à parte mediana do mesmo, ficando os seus extremos livres para os movimentos semicirculares.

EIXOS TRASEIROS

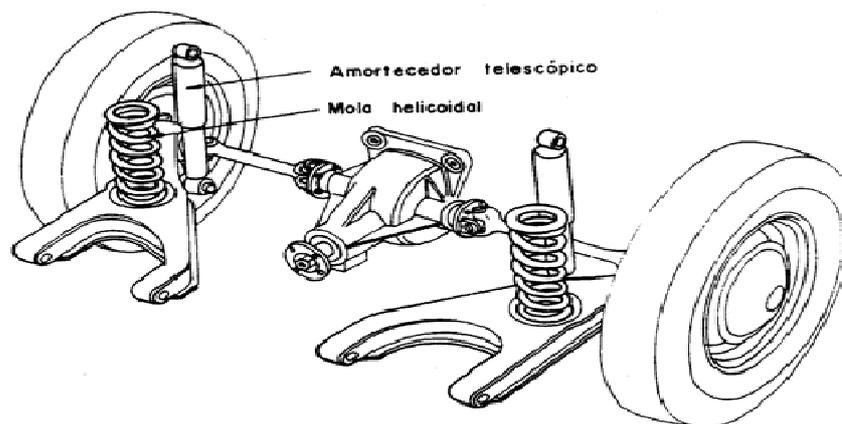
Os eixos reúnem o diferencial, os semieixos, os cubos e tambores das rodas numa só unidade. Esta unidade está ligada ao eixo de transmissão e a carroceria de modo a poder mover-se para cima e para baixo e suportar as cargas e as forças de torção que lhe são impostas.

Há diferentes tipos de eixo traseiro:

- ✓ Eixo traseiro com rodas independentes,
- ✓ Eixo traseiro com rodas semi-independentes,
- ✓ Eixo traseiro de eixo rígido.

EIXO TRASEIRO COM RODAS INDEPENDENTES

O eixo traseiro com rodas independentes é constituído por um braço longitudinal (1), um braço transversal superior (2) e um braço transversal inferior (3).

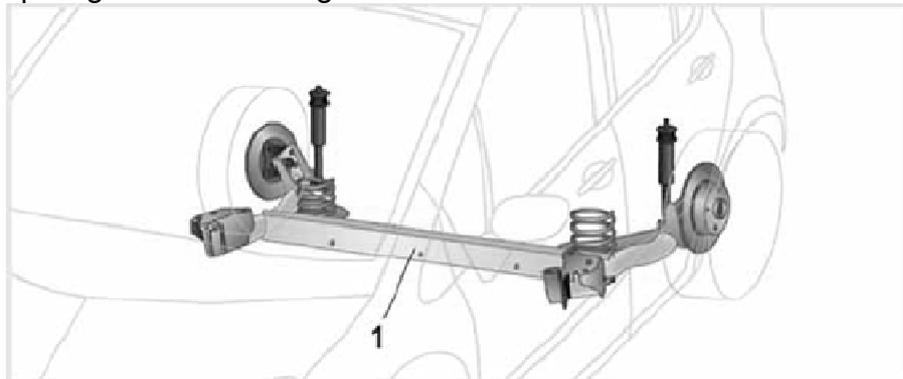


Eixo traseiro com rodas independentes

Este tipo de eixo traseiro otimiza o conforto e a estabilidade em estrada e equipa os veículos com pouca capacidade de carga, em circulação sobre piso regular.

EIXO TRASEIRO COM RODAS SEMI-INDEPENDENTES

O eixo traseiro com rodas semi independentes é constituído por um perfil flexível (1) que liga as duas mangas-de-eixo.



Eixo traseiro com rodas semi-independentes

Os eixos traseiros com rodas semi-independentes são de três tipos: com braços longitudinais (1), com barras de torção (2) e em H (3).

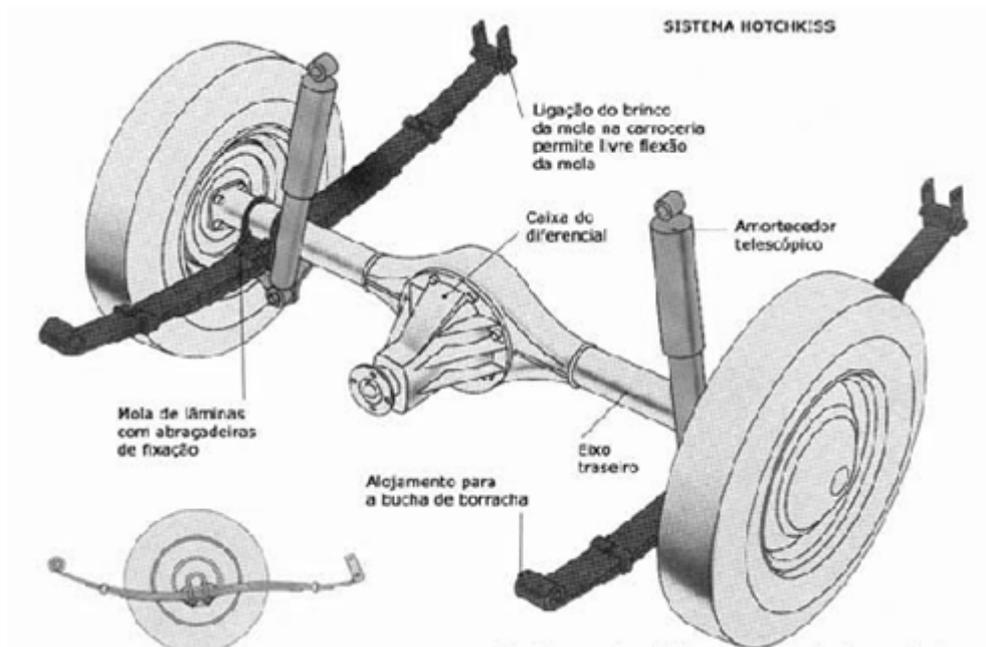


Três tipos de eixos traseiros com rodas semi-independentes

Estes eixos traseiros equipam apenas os veículos de tração e constituem uma solução intermédia entre conforto e capacidade de carga.

EIXO TRASEIRO RÍGIDO

A suspensão traseira pode também ser concebida de modo a manter o eixo em posição, a fim de diminuir as oscilações e correspondentes vibrações a que este está sujeito, especialmente quando o automóvel arranca, freia ou faz uma curva. Os amortecedores, que absorvem as oscilações das molas são, na sua maioria hidráulicos, sendo o tipo telescópico o preferido atualmente, em vez do tipo com pistão.

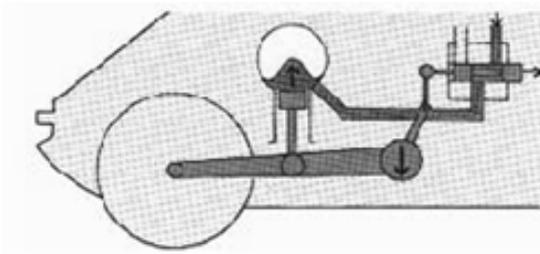


Sistema Hotchkiss - É este o sistema que combina de forma mais simples a suspensão e a fixação do eixo traseiro, apresentando um par de molas de lâminas montado sob o eixo. O eixo pode ficar apoiado precisamente na parte central das molas ou, com frequência, mais à frente, para permitir uma inclinação para diante, quando o eixo sobe, ao rolar o automóvel sobre um pavimento irregular. Deste modo, reduz-se o movimento ascendente da parte traseira do eixo de transmissão e torna-se possível diminuir a altura do túnel do eixo de transmissão que assim fica menos elevado no interior do automóvel.

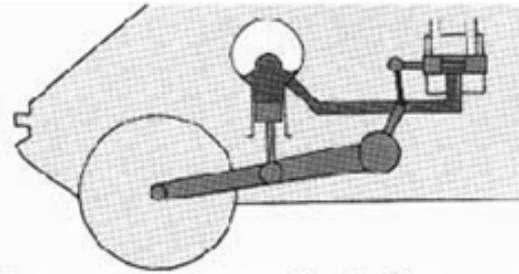
Para reduzir as variações na inclinação do eixo, resultantes das diferentes condições de marcha, algumas suspensões traseiras apresentam, como complemento das molas de lâminas, peças de união limitadoras da torção.

SUSPENSÃO HIDRO-PNEUMÁTICA

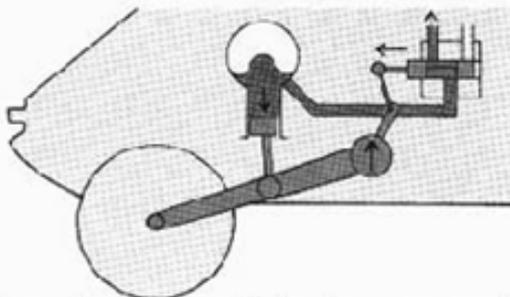
É uma suspensão tipo hidráulica onde o ar comprimido funciona como elemento elástico. Neste sistema o amortecimento é feito pela compressão do ar em uma câmara dupla. O movimento da roda aciona um êmbolo que se desloca dentro de um cilindro, que se comunica com a câmara de óleo, fazendo pressão sobre a câmara de gás (de ar) por meio de uma membrana que os separa.



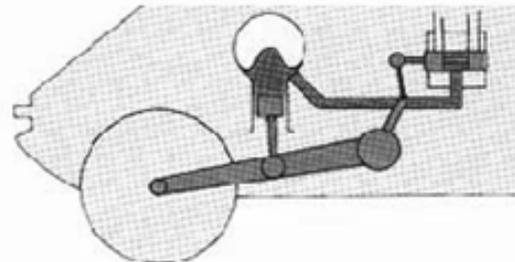
Quando a carga aumenta, a carroceria afunda-se, acionando uma articulação do braço da suspensão que faz mover uma válvula de gaveta. Esta permite a passagem do óleo para o cilindro.



O aumento da pressão do óleo no cilindro faz levantar a carroceria, invertendo-se em seguida o movimento até que a válvula atinja o seu ponto neutro e a carroceria retorne à sua inicial distância do solo.



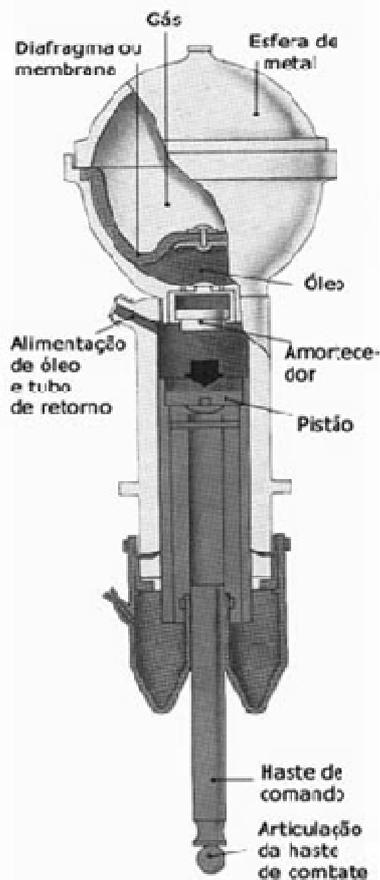
Quando a carga diminui, a carroceria sobe. Em consequência, a válvula de gaveta abre o tubo de retorno através do qual o excesso de óleo deixa o cilindro, a carroceria desce.



O óleo continua a fuir para o depósito até a carroceria voltar à sua posição inicial, quando uma vez mais a válvula de gaveta atinge o seu ponto neutro. Até que a carga varie, a válvula mantém-se nesta posição.

Cada uma das rodas apresenta a sua unidade própria independente de suspensão. Em cada unidade existe azoto sob pressão, contido na metade superior de uma esfera metálica, acima de um diafragma resistente a fluídos. a metade inferior da esfera está ligada a um cilindro hidráulico, no interior do qual desliza um pistão com uma haste de comando ligada a um braço de suspensão por meio de uma articulação.

Quando uma roda sobe ao passar sobre uma elevação do pavimento, este movimento ascendente é transmitido pelo braço da suspensão ao pistão. o movimento do pistão exerce pressão sobre o fluído que, por sua vez, comprime o gás que atua então como uma mola. O movimento descendente da roda faz descer o pistão, reduzindo a pressão do gás.



Pode regular-se a altura entre a carroceria e o solo aumentando ou diminuindo a quantidade de óleo no interior do cilindro. O óleo é mantido sob pressão num acumulador alimentado por uma bomba, sendo o seu débito regulado por meio de uma válvula de gaveta.

Quando o automóvel transporta uma maior carga, a carroceria “afunda-se” em relação às rodas e aos braços da suspensão. Cada braço aciona então uma articulação que abre a ligação da válvula de gaveta ao acumulador, pelo que o óleo penetra então no cilindro, obrigando a carroceria a subir. A articulação volta à posição neutra quando a carroceria atinge a sua altura original. Se a carga diminuir, o processo inverte-se.

Suspensão de nivelamento automático

Os sistemas de suspensão com nivelamento automático evitam que os automóveis se “afundem” quando excessivamente carregados com os passageiros e bagagens. São utilizados em alguns modelos com suspensão de curso limitado compensando automaticamente as alterações de carga, modificando as características de molejo do automóvel para que este se mantenha sempre à mesma altura em relação ao solo.

Assim, ainda que o automóvel transporte a carga máxima, a totalidade do curso ascendente do sistema da suspensão está apta a anular as irregularidades do pavimento. Esse sistema permite ainda que os faróis se mantenham a altura devida, seja qual for a distribuição da carga.

Uma das desvantagens dos sistemas convencionais de suspensão reside no fato do automóvel se inclinar para trás – o que faz com que a luz dos faróis seja apontada para cima – quando transporta muitos passageiros no banco de trás e excesso de bagagem no porta-malas. Qualquer tipo de sistema de correção automática é acionado por um ou mais dispositivos sensíveis à carga que medem a distância vertical entre, por exemplo, o solo e um ponto num braço da suspensão. Quanto maior for a carga, menor será esta distância. Uma variação inicial na distância aciona uma válvula que comanda

o sistema de regulagem da altura. Normalmente, a regulagem da altura verifica-se em ambas as extremidades do automóvel.

SUSPENSÃO PNEUMÁTICA

O ajustamento da altura de um automóvel é possível por meio da suspensão pneumática.

É simples o princípio da suspensão pneumática.

Recipientes deformáveis, contendo o ar comprimido, substituem as molas convencionais; o movimento ascendente da roda reduz o volume do recipiente de ar, aumentando a sua pressão de tal maneira que este tende a expandir-se novamente.

Quando a carga aumenta, uma válvula reguladora da altura liga a mola “mola” de ar à alta pressão. Quando a carga diminui, a pressão abaixa devido à saída do ar para a atmosfera através de uma válvula.

MANUTENÇÃO GERAL DA SUSPENSÃO

Para o funcionamento normal da suspensão, devem ser observados os seguintes procedimentos de manutenção:

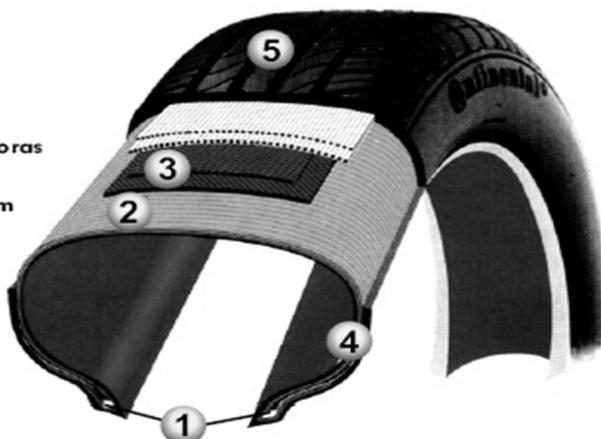
- ✓ Se for necessária a substituição de uma das molas, dianteiras ou traseiras, devem ser substituídas as duas;
- ✓ Verificar se há quebras na mola e se ela está mal posicionada em seu alojamento;
- ✓ Substituir, periodicamente, os coxins e mangueiras antirruídos;
- ✓ Ao ser retirado, a mola helicoidal não deve ficar por muito tempo comprimida na ferramenta;
- ✓ Fazer, periodicamente, o alinhamento e balanceamento das rodas;
- ✓ Verificar, periodicamente, a ação do amortecedor e se há vazamento.

DEFEITOS

Defeitos	Causas
Quebra da mola	Excesso de peso Amortecedor sem ação
Suspensão baixa	Molas fracas
Barulho na suspensão	Coxins danificados Mola quebrada
Vibração da suspensão	Roda desbalanceada
Suspensão oscilando muito	Amortecedor sem ação

Rodas e pneus

- CAMADAS DOS PNEUS RADIAIS**
- 1 Talões
 - 2 Carcaça radial
 - 3 Cintas estabilizadoras
 - 4 Flanco
 - 5 Banda de rodagem

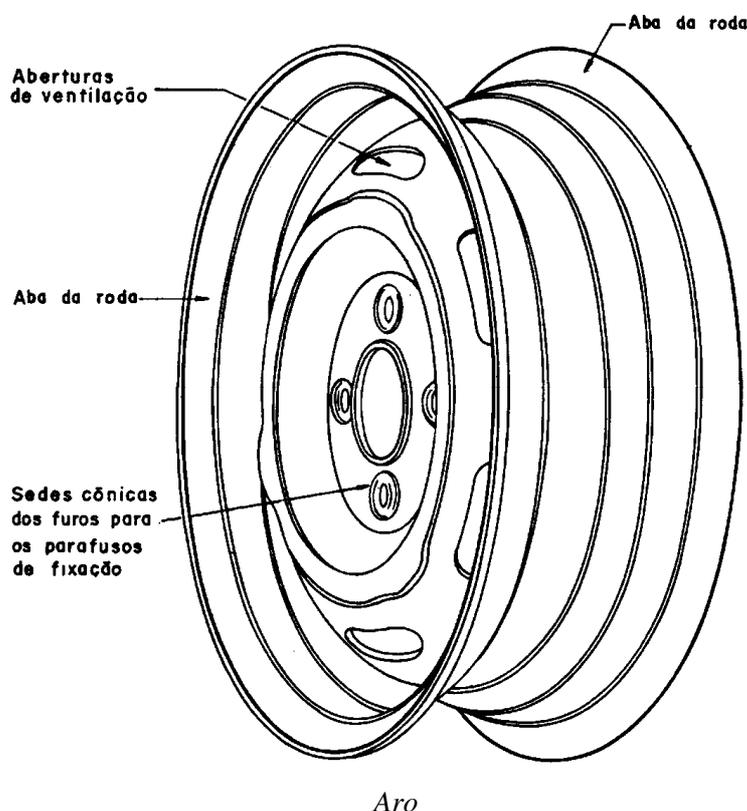


A RODA

A roda é um conjunto formado pelo aro, pelo pneu e pela câmara de ar. A finalidade da roda é facilitar o deslocamento do veículo e, em parte, absorver os impactos causados pelas irregularidades do piso onde se desloca.

O ARO

O aro é uma peça circular, com abas apropriadas para prender o pneu, quando nele é vestido. É fabricado em aço, que é o mais comum, ou com ligas metálicas leves.

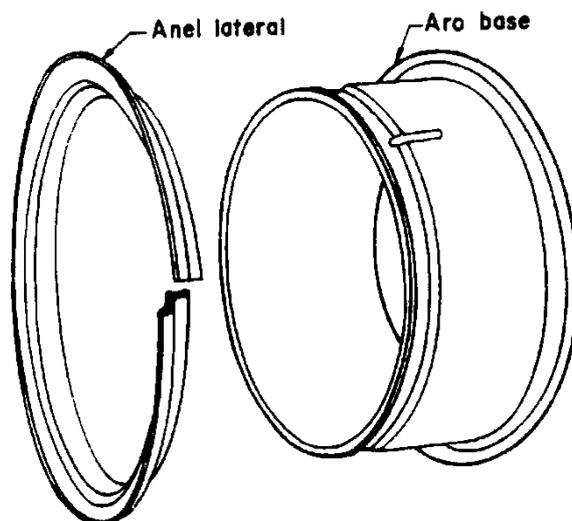


Possui perfurações circulares, ou seja, sedes cônicas que permitem a sua fixação ao veículo, por meio de porcas ou parafusos, e outros tipos de perfurações, as aberturas de ventilação, geralmente maiores, que facilitam a refrigeração dos freios.

AROS DESMONTÁVEIS

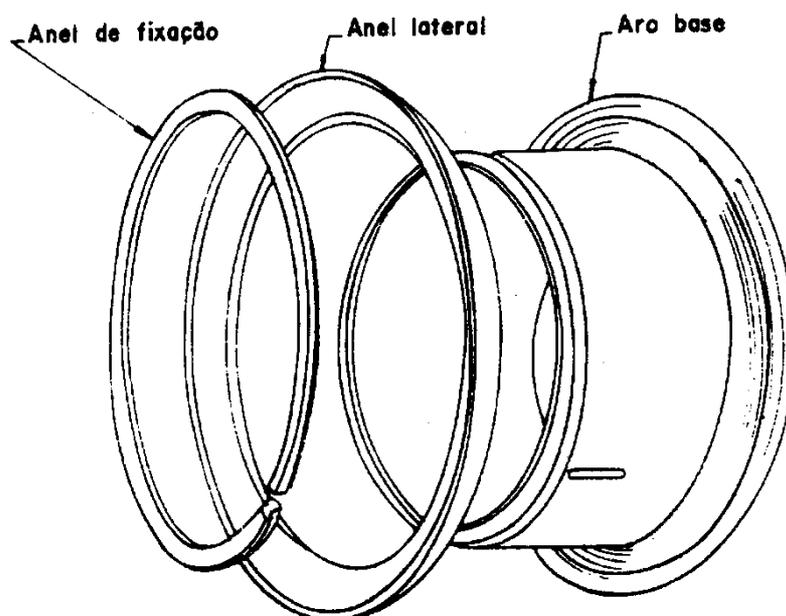
Estes tipos de aros são utilizados em máquinas de terraplenagem e veículos pesados. São constituídos de duas ou três partes.

Aro de duas partes.



Aro desmontável de duas partes.

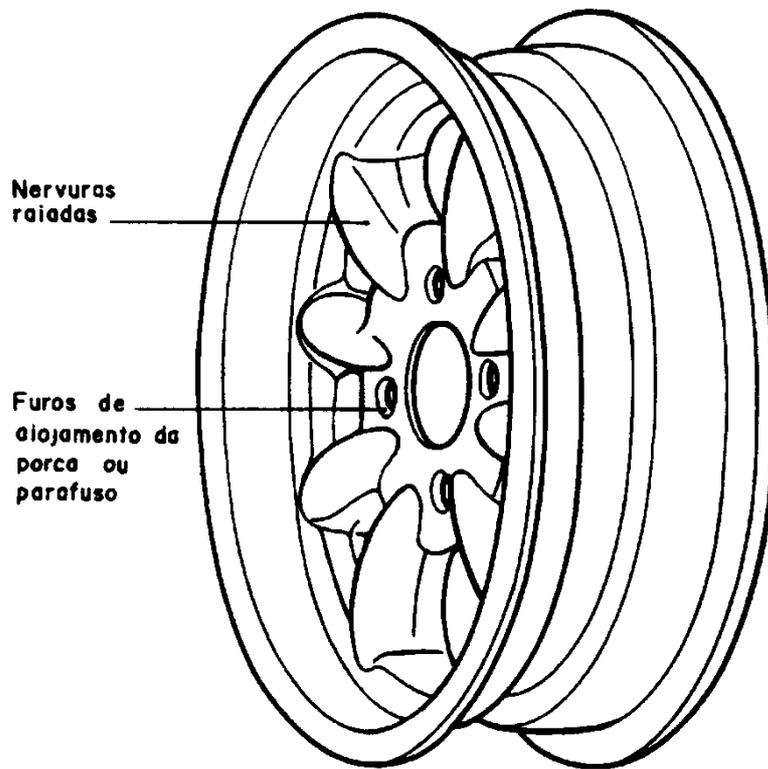
Aro de três partes.



Aro desmontável de três partes.

AROS FABRICADOS COM LIGAS LEVES

Esses aros, pelo fato de serem fundidos, (os de aço são estampados) podem ser confeccionados em vários modelos diferentes para um mesmo veículo, o que os tornam mais apreciados, devido aos seus aspectos estéticos mais trabalhados.



Aro de liga leve.

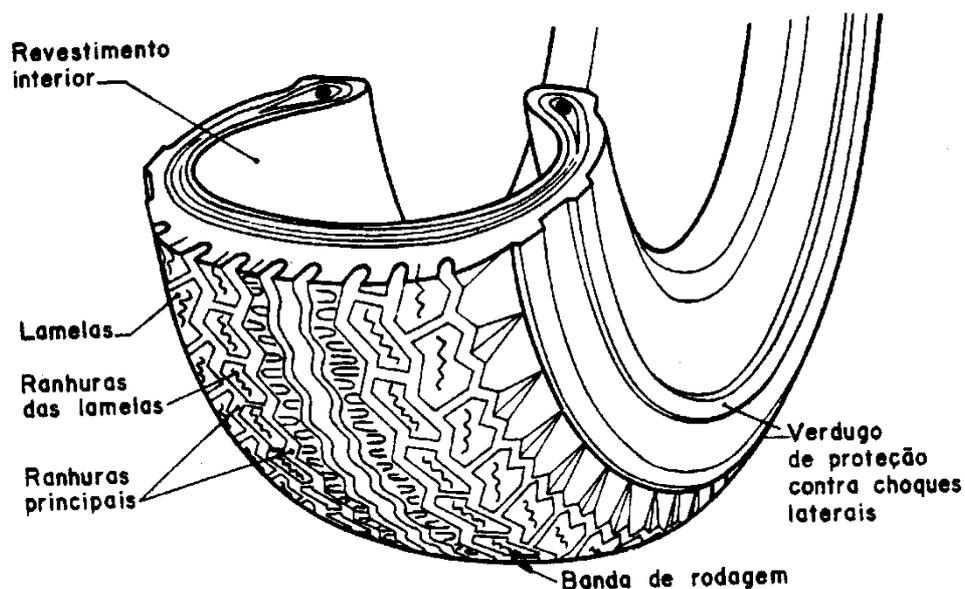
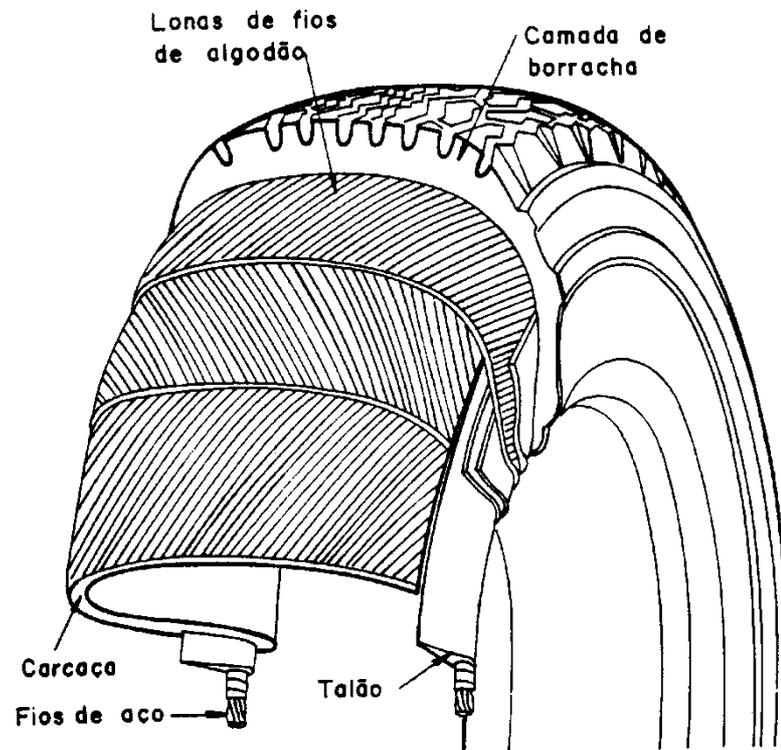
Em geral, a sua estrutura é de nervuras raiadas, o que torna mais forte a zona de fixação ao veículo. São aros mais leves do que os de aço, fato este que oferece uma grande vantagem quanto ao seu comportamento na estrada, onde, por serem mais leves, diminuem os impactos dos pneus com o piso, oferecendo, portanto, maior estabilidade ao veículo. Esses aros têm a propriedade dispersar calor, em menor tempo, do que os aros de aço, o que facilita também a refrigeração dos freios. O inconveniente desses aros é que, por serem de ligas de metais diferentes do aço, quando entram em contacto com os parafusos de fixação da roda, que são de aço, sofrem uma corrosão que os danifica. Para evitar esses efeitos de corrosão, os furos de alojamento das porcas, ou parafusos, devem ser lubrificados com graxa.

O PNEU

O pneu é um invólucro semitubular, de borracha, com o qual se revestem aros do veículo. Além de tornarem o veículo mais confortável, porque funcionam como uma almofada de ar que suporta a sua carga sobre o piso, os pneus sofrem também esforços consideráveis quando o veículo é acelerado, quando faz curvas e quando é freado. Assim sendo, eles devem ser suficientemente resistentes a choque e assegurarem uma perfeita aderência ao

piso onde se deslocam. Por esta razão, o pneu é constituído de materiais resistentes, tais como lonas de fios de algodão, nylon ou material equivalente, revestidas por uma camada de borracha vulcanizada.

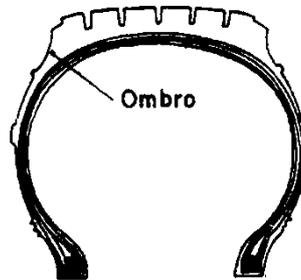
A parte do pneu que se apoia no aro é chamada de talão e é reforçada por fios de aço.



Constituição de um pneu.

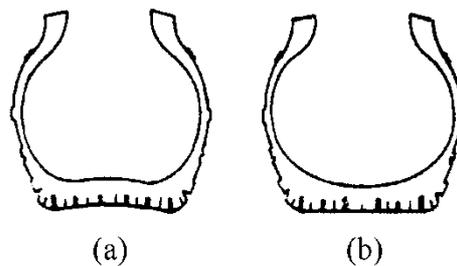
A Banda de rodagem é a camada de borracha que envolve a parte externa da carcaça do pneu e fica em contato com o piso.

O perfil da banda de rodagem do pneu diagonal se apresenta conforme a figura.



Perfil da banda de rodagem de um pneu diagonal.

A figura (a) mostra a seção de um pneu vazio e na figura (b), com calibragem normal apresentando, neste último caso, maior contato da banda de rodagem com o solo.



Forma da seção do pneu vazio e cheio.

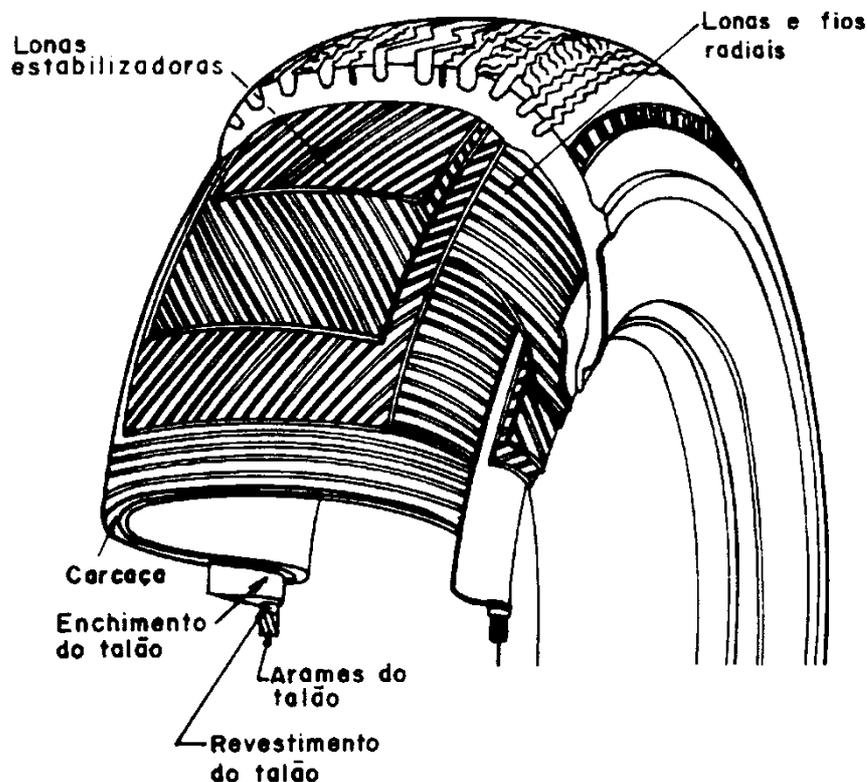
Existe uma grande variedade de desenhos de banda de rodagem. Os sulcos, os entalhes, as ranhuras e os relevos são os elementos que caracterizam esses desenhos. Os desenhos da banda de rodagem variam em função dos tipos de pavimentação onde vão rolar e dos veículos que vão utilizar os pneus nos quais eles existem. Apenas pneus de banda lisa, conhecidos como "SLICK" não possuem sulcos, pois são usados em competições, em circuitos apropriados e em condições climáticas adequadas. Os pneus com banda de rodagem lisa são aconselhados para as estradas secas, em competições, porque provocam maior área de contato da banda com o piso, o que lhes dá melhor aderência. Entretanto, em uma estrada molhada, esse tipo de banda dificilmente proporcionará qualquer aderência, porque a água atuará como "lubrificante" entre ela e o piso, provocando derrapagens. As principais funções do sulco são:

- ✓ Fazer com que a banda de rodagem torne-se mais leve e flexível, proporcionando ao pneu, maior aderência nos sentidos transversal e longitudinal;
- ✓ Permitir o escoamento do volume de água que penetra sob a área de contato, durante a marcha em pistas molhadas;
- ✓ Facilitar a dispersão do calor que acumula no interior da banda de rodagem, quando o veículo está em movimento.

A finalidade da borracha que compõe a banda de rodagem é atender a diferentes solicitações, como, por exemplo, aderência e desgastes que guardam uma relação entre si. Esta relação frequentemente exige soluções que se contrastam, porque: quando a borracha é macia ela é aderente, aquece mais facilmente, desgasta-se de modo irregular, tem duração reduzida e quando a borracha é dura, ela é menos aderente, se aquece menos, oferece grande resistência ao desgaste e tem uma maior duração.

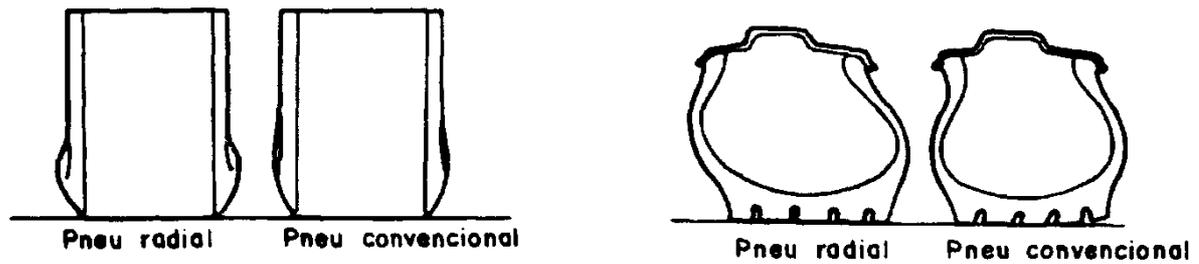
PNEU RADIAL

Nos pneus radiais os fios das lonas estendem-se de um a outro talão em ângulo reto com a carcaça o que lhes proporciona melhor flexibilidade, menor aquecimento e excelente aderência sob esforço. As lonas estabilizadoras, assim chamadas, permitem um bom apoio da banda de rodagem mesmo quando há solicitações laterais.



Estrutura do pneu radial.

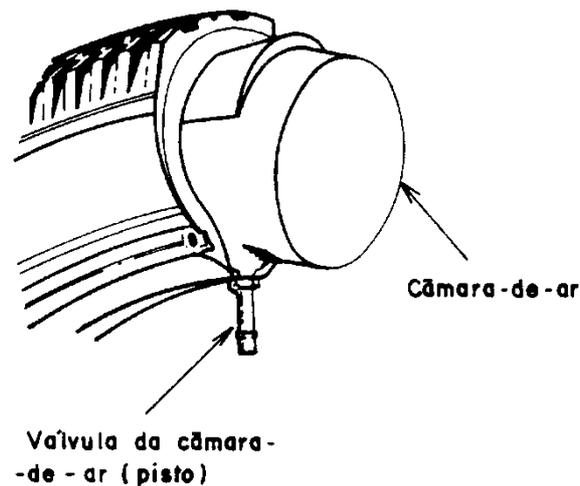
O pneu radial tem a parede lateral mais arredondada e a banda de rodagem mais larga do que a do pneu comum, o que lhe oferece maior capacidade de aderência. A vida útil do pneu radial é consideravelmente maior do que a do pneu comum. No entanto, devido à sua rigidez, em baixas velocidades, transmite com mais intensidade os impactos causados pela irregularidade do piso, tornando o veículo menos confortável.



Comparação entre o pneu radial e o convencional.

Câmara-de-ar

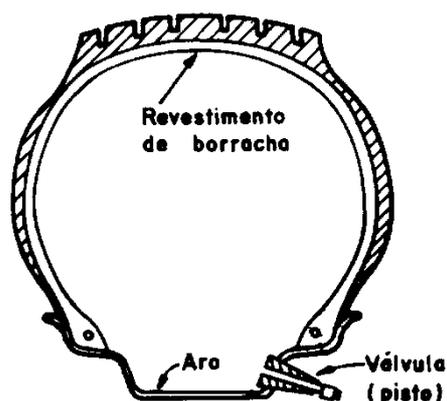
É um tubo circular, de borracha, que é colocado no interior do pneu, inflado com ar comprimido, na quantidade necessária para sustentar a carga que o veículo impõe às rodas. A câmara-de-ar é munida de uma válvula que serve para introduzir o ar em seu interior, mantê-lo para utilização e esvaziá-la quando necessário. Deve resistir a flexões, deformações e ao calor produzido no pneu, quando em movimento.



Câmara-de-ar.

Pneu sem câmara-de-ar

O pneu sem câmara-de-ar tem o seu interior revestido por borracha macia que impede o ar de sair por sua carcaça e por entre o talão e o aro da roda. Este pneu oferece as seguintes vantagens sobre o pneu com câmara-de-ar :



Pneu sem câmara-de-ar.

- ✓ Montagem mais fácil;
- ✓ Quando fura, esvazia-se lentamente, devido ao efeito auto vedador de seu revestimento de borracha macia.
- ✓ Os "furos" podem ser "consertados" sem que a roda seja desmontada. Para tal, usam-se tampões de borracha apropriados.

Pressão no pneu

Os pneus são projetados para trabalharem com uma determinada flexão em suas paredes laterais (carcaça). O ar, quando aplicado na câmara-de-ar, exerce uma pressão nas paredes do pneu. O valor dessa pressão é determinado pelo seu fabricante e deve ser observado rigorosamente, porque assegura uma flexão adequada ao pneu, o que, por sua vez, proporciona boas condições de tração, de flutuação e suporte do limite conveniente de carga. A pressão recomendada pelo fabricante é válida para quando os pneus estiverem "frios" (temperatura ambiente). Quando a temperatura do pneu aumenta, a sua pressão também aumenta, porque o aumento da temperatura sempre causa um aumento de pressão.

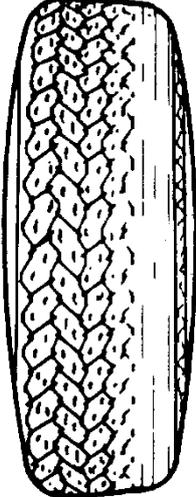
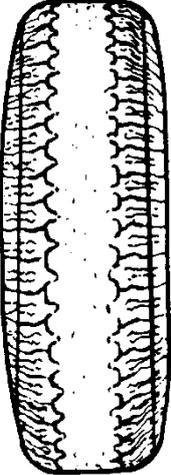
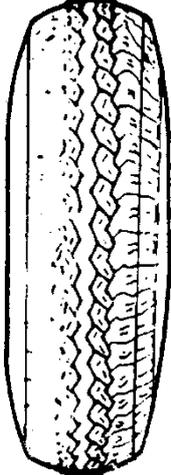
DESGASTES DO PNEU

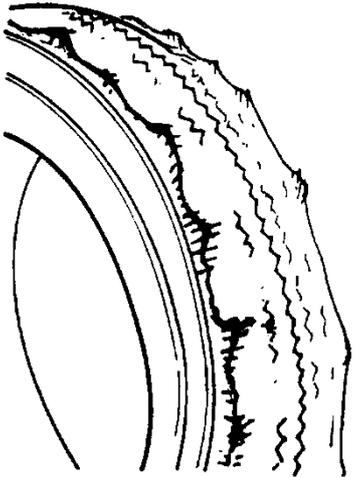
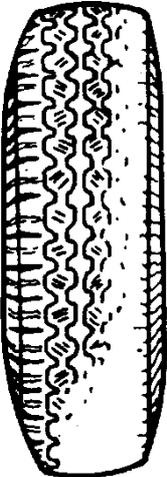
As causas determinantes são:

- ✓ Excesso ou falta de pressão;
- ✓ Uso violento do veículo;
- ✓ Regulagem inadequada da direção e ou suspensão;
- ✓ Desalinhamento dos eixos;
- ✓ Folga nos rolamentos do cubo;
- ✓ Choques violentos.

Deformações dos pneus

Tipo de deformação	Causas	Figura

<p>Desgaste mais acentuado um lado da banda de rodagem apresentando superfície áspera com rebarbas nas bordas dos sulcos.</p>	<p>Convergência ou divergência, excessivas, provocadas por colisão ou regulagem imprópria.</p>	
<p>Desgaste no centro da banda de rodagem</p>	<p>Pressão maior do que a recomendada pelo fabricante</p>	
<p>Desgaste dos lados da banda de rodagem</p>	<p>Pressão menor do que a aconselhada pelo fabricante</p>	

<p>Desgaste irregular e alternado entre o lado direito e o esquerdo da banda de rodagem.</p>	<p>Roda desbalanceada dinamicamente.</p> <p>Folga nos rolamentos das rodas.</p> <p>Folga nos braços da suspensão ou nos terminais da direção.</p>	
<p>Desgaste progressivo de uma borda da banda de rodagem a outra.</p>	<p>Cambagem errada, devido à colisão ou à regulagem imprópria.</p>	

Calibradores de pneus

O calibrador é um aparelho para ser usado na verificação de pressão dos pneus. É constituído, basicamente, por um manômetro que indica a pressão do pneu, quando colocado na válvula de sua câmara-de-ar. Os tipos mais comuns são os portáteis (Fig. 12) e os fixos (Fig. 13).



Figura 1. Calibrador portátil.

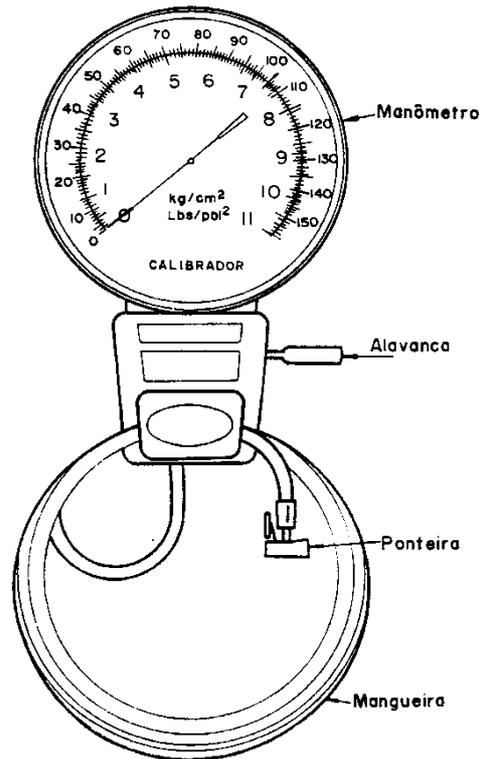


Figura 2. Calibrador fixo.

O calibrador fixo é ligado a um compressor de ar, através de uma mangueira, o que lhe permite verificar a pressão dos pneus e, ainda, aumentar ou diminuir a pressão nos mesmos, por meio de uma alavanca e uma mangueira. O seu funcionamento ocorre da seguinte forma: o ar, quando pressionado exerce uma pressão de igual valor em todas as direções. Desse modo, quando colocamos um verificador de pressão (calibrador) na válvula da câmara-de-ar de um pneu "cheio", o instrumento indica uma "leitura" que é igual ao valor da pressão no interior do pneu. No manômetro existem duas escalas para a leitura da pressão (são as mais usadas, mundialmente), kg/cm^2 (quilograma por centímetro quadrado) e lb/pol^2 (libra por polegada quadrada).

Bibliografia:

- SELEÇÕES DO READERS DIGEST (ed.). O livro do automóvel. Lisboa, [s.ed.], 1986.
- FIAT. Manual de alinhamento e balanceamento de rodas. s.l., s.ed.,1996.
- _____. Manual de rodas e pneus FIAT . s.l., s.ed., 1997.
- _____. Manual de suspensão FIAT. s.l., s.ed.,1996.
- Manuais de mecânica do automóvel; sistema de suspensão e direção. Rio de Janeiro, 1984. (Coleção CBS)
- Manual de suspensão veicular básico. São Paulo, s.d.
- _____. Manual de suspensão dianteira e traseira VW. S
- _____. Manual Renault ligações ao solo sl s.ed. 2000
- SENAI-SP DMD Suspensão e Direção. Por Beijamin Prizendt at alili. São Paulo, 1992. 147 p. il.

Hino Nacional

Ouviram do Ipiranga as margens plácidas
De um povo heróico o brado retumbante,
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos,
Brilhou no céu da pátria nesse instante.

Se o penhor dessa igualdade
Conseguimos conquistar com braço forte,
Em teu seio, ó liberdade,
Desafia o nosso peito a própria morte!

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido
De amor e de esperança à terra desce,
Se em teu formoso céu, risonho e límpido,
A imagem do Cruzeiro resplandece.

Gigante pela própria natureza,
És belo, és forte, impávido colosso,
E o teu futuro espelha essa grandeza.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Deitado eternamente em berço esplêndido,
Ao som do mar e à luz do céu profundo,
Fulguras, ó Brasil, florão da América,
Iluminado ao sol do Novo Mundo!

Do que a terra, mais garrida,
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores;
"Nossos bosques têm mais vida",
"Nossa vida" no teu seio "mais amores."

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo
O lábaro que ostentas estrelado,
E diga o verde-louro dessa flâmula
- "Paz no futuro e glória no passado."

Mas, se ergues da justiça a clava forte,
Verás que um filho teu não foge à luta,
Nem teme, quem te adora, a própria morte.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Hino do Estado do Ceará

Poesia de Thomaz Lopes
Música de Alberto Nepomuceno
Terra do sol, do amor, terra da luz!
Soa o clarim que tua glória conta!
Terra, o teu nome a fama aos céus remonta
Em clarão que seduz!
Nome que brilha esplêndido luzeiro
Nos fulvos braços de ouro do cruzeiro!

Mudem-se em flor as pedras dos caminhos!
Chuvas de prata rolem das estrelas...
E despertando, deslumbrada, ao vê-las
Ressoa a voz dos ninhos...
Há de florar nas rosas e nos cravos
Rubros o sangue ardente dos escravos.
Seja teu verbo a voz do coração,
Verbo de paz e amor do Sul ao Norte!
Ruja teu peito em luta contra a morte,
Acordando a amplidão.
Peito que deu alívio a quem sofria
E foi o sol iluminando o dia!

Tua jangada afoita enfune o pano!
Vento feliz conduza a vela ousada!
Que importa que no seu barco seja um nada
Na vastidão do oceano,
Se à proa vão heróis e marinheiros
E vão no peito corações guerreiros?

Se, nós te amamos, em aventuras e mágoas!
Porque esse chão que embebe a água dos rios
Há de florar em meses, nos estios
E bosques, pelas águas!
Selvas e rios, serras e florestas
Brotem no solo em rumorosas festas!
Abra-se ao vento o teu pendão natal
Sobre as revoltas águas dos teus mares!
E desfraldado diga aos céus e aos mares
A vitória imortal!
Que foi de sangue, em guerras leais e francas,
E foi na paz da cor das hóstias brancas!



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria da Educação