



Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria

SÉRIE AUTOMOTIVA

SISTEMAS DE SUSPENSÃO, DIREÇÃO E FREIOS





Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria

SÉRIE AUTOMOTIVA

SISTEMAS DE SUSPENSÃO, DIREÇÃO E FREIOS



CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Robson Braga de Andrade
Presidente

DIRETORIA DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti
Diretor de Educação e Tecnologia

Julio Sergio de Maya Pedrosa Moreira
Diretor Adjunto de Educação e Tecnologia

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI

Conselho Nacional

Robson Braga de Andrade
Presidente

SENAI – Departamento Nacional

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti
Diretor Geral

Julio Sergio de Maya Pedrosa Moreira
Diretor Adjunto de Educação e Tecnologia

Gustavo Leal Sales Filho
Diretor de Operações

SENAI

*Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria*

SÉRIE AUTOMOTIVA

SISTEMAS DE SUSPENSÃO, DIREÇÃO E FREIOS



© 2015. SENAI – Departamento Nacional

© 2015. SENAI – Departamento Regional de Santa Catarina

A reprodução total ou parcial desta publicação por quaisquer meios, seja eletrônico, mecânico, fotocópia, de gravação ou outros, somente será permitida com prévia autorização, por escrito, do SENAI.

Esta publicação foi elaborada pela equipe do Núcleo de Educação a Distância do SENAI de Santa Catarina, com a coordenação do SENAI Departamento Nacional, para ser utilizada por todos os Departamentos Regionais do SENAI nos cursos presenciais e a distância. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial Departamento Nacional

SENAI Departamento Nacional

Unidade de Educação Profissional e Tecnológica – UNIEP

SENAI Departamento Regional de Santa Catarina

Gerência de Educação e Tecnologia – GEDUT

FICHA CATALOGRÁFICA

S491s

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional. Sistemas de suspensão, direção e freios / Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Regional de Santa Catarina. Brasília: SENAI/DN, 2015.

152 p. il. (Série Automotiva)

ISBN 978-85-7519-883-4

1. Automóveis – mecânica I. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Regional de Santa Catarina II. Título III. Série

CDU 629.3.064

SENAI

Sede

Serviço Nacional de
Aprendizagem Industrial
Departamento Nacional

Setor Bancário Norte • Quadra 1 • Bloco C • Edifício Roberto
Simonsen • 70040-903 • Brasília – DF • Tel.: (0xx61) 3317-
9001 Fax: (0xx61) 3317-9190 • <http://www.senai.br>

Ilustrações

Figura 1 - Painel de ferramentas	24
Figura 2 - Suspensão dependente (1) e suspensão independente (2).....	34
Figura 3 - Suspensão dependente	34
Figura 4 - Suspensão McPherson.....	35
Figura 5 - Suspensão Double Wishbone	36
Figura 6 - Suspensão Multilink.....	36
Figura 7 - Suspensão semi independente	37
Figura 8 - Molas helicoidais.....	38
Figura 9 - Feixe de molas	38
Figura 10 - Desenho da barra de torção.....	39
Figura 11 - Suspensão pneumática.....	39
Figura 12 - Estrutura do amortecedor.....	41
Figura 13 - Coxim do amortecedor	42
Figura 14 - Agregado da suspensão	43
Figura 15 - Braço oscilante	43
Figura 16 - Pivô.....	44
Figura 17 - Barra estabilizadora.....	44
Figura 18 - Bieletas da suspensão.....	45
Figura 19 - Batente da suspensão.....	45
Figura 20 - Haste lateral da suspensão	46
Figura 21 - Conjunto manga de eixo	47
Figura 22 - Rolamento, cubo de roda, trava elástica e porca da homocinética	48
Figura 23 - Rodas de liga leve	58
Figura 24 - Roda de aço.....	59
Figura 25 - Nomenclatura da roda	59
Figura 26 - Medidas da roda.....	60
Figura 27 - Tipos de <i>off-set</i>	60
Figura 28 - Pneu de uso <i>On road</i>	61
Figura 29 - Diferença entre pneu simétrico, assimétrico e direcional	63
Figura 30 - Diferença do pneu radial e diagonal.....	64
Figura 31 - Estrutura do pneu	64
Figura 32 - Detalhe medidas do pneu	65
Figura 33 - Detalhe índice de carga e velocidade.....	66
Figura 34 - Desequilíbrio de roda e pneu	69
Figura 35 - Realizando o balanceamento	70
Figura 36 - T.W.I. Indicador de desgaste	72
Figura 37 - Princípio básico de funcionamento pinhão e cremalheira	76
Figura 38 - Árvore ou coluna de direção.....	78
Figura 39 - Terminal de direção	78
Figura 40 - Barra axial.....	79

Figura 41 - Direção hidráulica	80
Figura 42 - Mecanismo da direção hidráulica	81
Figura 43 - Válvula de retenção	81
Figura 44 - Sistema de direção elétrica.....	83
Figura 45 - Vista externa da caixa de direção setor e sem-fim mecânica	84
Figura 46 - Detalhe setor e sem-fim.....	85
Figura 47 - Direção setor e sem-fim hidráulica	86
Figura 48 - Caixa de direção com esferas recirculantes	87
Figura 49 - Veículo realizando o alinhamento.....	93
Figura 50 - Convergência.....	94
Figura 51 - Divergência	94
Figura 52 - Divergência nas curvas	95
Figura 53 - Cáster.....	96
Figura 54 - Cambagem ou câmber	97
Figura 55 - KPI/SAI	98
Figura 56 - Ângulo incluso	98
Figura 57 - <i>Set back</i>	99
Figura 58 - Raio de giro	100
Figura 59 - Fluxograma verificação de pneus e rodas.....	100
Figura 60 - Fluxograma verificação de componentes dos sistemas de suspensão e direção.....	101
Figura 61 - Fluxograma verificação do alinhamento	101
Figura 62 - Fluxograma diagnóstico	102
Figura 63 - Fluxograma ajuste do alinhamento	102
Figura 64 - Fluxograma teste.....	103
Figura 65 - Lei de Pascal	106
Figura 66 - Disco sólido e disco ventilado	108
Figura 67 - Pastilha de freio.....	109
Figura 68 - Pinças de freio	110
Figura 69 - Cavalete fixo.....	110
Figura 70 - Cavalete flutuante.....	111
Figura 71 - Êmbolo da pinça de freio	111
Figura 72 - Parafuso de sangria	112
Figura 73 - Disco de freio e cavalete	113
Figura 74 - Tambor de freio.....	114
Figura 75 - Sistema de freio a tambor.....	114
Figura 76 - Sapatas e lonas de freio	115
Figura 77 - Cilindro de roda com parafuso de sangria.....	116
Figura 78 - Mola de retorno e mecanismo de ajuste e compensação do desgaste	117
Figura 79 - Alavanca do freio de estacionamento (da sapata de freio).....	117
Figura 80 - Espelho de freio a tambor.....	118
Figura 81 - Sistema de freio misto (tambor e disco) em corte	119
Figura 82 - Alavanca de freio de estacionamento	120

Figura 83 - Pedal de freio.....	120
Figura 84 - Funcionamento do servo-freio.....	121
Figura 85 - Servo freio.....	121
Figura 86 - Válvula de retenção de vácuo do servo freio	122
Figura 87 - Cilindro mestre.....	123
Figura 88 - Cilindro mestre em repouso.....	123
Figura 89 - Cilindro mestre atuando.....	124
Figura 90 - Esquema elétrico da luz de freio.....	124
Figura 91 - Tampa do reservatório de fluido de freio (esquema elétrico).....	125
Figura 92 - Reservatório de fluido de freio	125
Figura 93 - Fluido de freio.....	126
Figura 94 - Válvula equalizadora	128
Figura 95 - Válvula proporcionadora	128
Quadro 1 - Exemplo de catálogo de peças	17
Quadro 2 - Norma técnicas	18
Quadro 3 - Ferramentas específicas do sistema de freios	28
Quadro 4 - Instrumentos de metrologia utilizados no sistema de freios.....	28
Quadro 5 - Equipamentos de proteção para lidar com o sistema de freios.....	30
Quadro 6 - Parâmetros do câster	96
Quadro 7 - Parâmetros de câmber	97
Quadro 8 - Princípios físicos	107
Quadro 9 - Classificação DOT	127
Tabela 1 - Índice de carga e velocidade	67

Sumário

1 Introdução.....	13
2 Processos de Reparação	15
2.1 Planejamento.....	16
2.2 Catálogos, manuais e normas técnicas	17
2.3 Garantia.....	19
2.4 Diagnóstico e orçamento	20
2.5 Qualidade ambiental	22
2.5.1 Normas ambientais	22
2.5.2 Resíduos	23
2.6 Ferramentas, instrumentos e equipamentos	24
2.6.1 Tipos, características e aplicações.....	25
3 Sistemas de Suspensão	33
3.1 Tipos e características	34
3.1.1 Suspensão dependente.....	34
3.1.2 Suspensão independente.....	35
3.1.3 Suspensão semi-independente	37
3.2 Componentes	37
3.2.1 Molas	37
3.2.2 Amortecedor	40
3.2.3 Coxim do amortecedor.....	42
3.2.4 Agregado, quadro da suspensão ou subchassi.....	42
3.2.5 Braço oscilante.....	43
3.2.6 Pivôs ou terminais esféricos	43
3.2.7 Barra estabilizadora.....	44
3.2.8 Bieletas.....	45
3.2.9 Batentes.....	45
3.2.10 Haste de controle lateral.....	46
3.2.11 Conjunto manga de eixo	46
3.3 Diagnóstico de falhas e manutenção.....	48
4 Pneus e Rodas	57
4.1 Rodas	58
4.1.1 Tipos e características	58
4.1.2 Estruturas	61
4.2 Pneus	61
4.2.1 Tipos e características	61
4.2.2 Tipos de estruturas de pneus.....	63
4.3 Balanceamento	68
4.4 Diagnóstico e processo de manutenção	70

5	Sistemas de Direção.....	75
5.1	Pinhão e cremalheira	76
5.1.1	Mecânica	76
5.1.2	Servo-assistência hidráulica e eletro-hidráulica	79
5.1.3	Servo-assistência elétrica.....	82
5.2	Direção setor e rosca sem-fim (com e sem esferas recirculantes).....	83
5.2.1	Mecânica	84
5.2.2	Servo-assistência hidráulica.....	85
5.3	Diagnóstico de falhas e manutenção.....	87
5.3.1	Sangria do sistema de direção hidráulica	92
5.4	Alinhamento	92
5.4.1	Ângulos de alinhamento.....	93
6	Sistemas de Freio	105
6.1	Princípios físicos aplicados à frenagem.....	106
6.2	Freio a disco.....	108
6.2.1	Componentes.....	108
6.3	Freio a tambor	113
6.3.1	Componentes.....	113
6.4	Freio misto	118
6.5	Componentes de acionamento do sistema de freio	119
6.6	Diagnóstico de falhas e manutenção.....	129
6.6.1	Sangria de freio.....	140
	Referências.....	143
	Minicurriculo dos Autores.....	145
	Índice	147



Seja bem-vindo à Unidade Curricular Sistemas de Suspensão, Direção e Freio.

Os sistemas de suspensão, direção e freio estão diretamente relacionados à segurança veicular, pois são os responsáveis pela manutenção da estabilidade do veículo durante a rodagem, além de direcionar o veículo conforme necessidade do condutor e reduzir a velocidade até a parada do veículo.

Ao longo dos capítulos a seguir, você aprenderá diversos conceitos, iniciando pelos processos de manutenção que englobam: o planejamento, elaboração de orçamento e emissão de ordem de serviço, além da seleção de ferramentas, equipamentos, instrumentos e EPIs de acordo com o processo de manutenção a ser realizado.

No capítulo três você conhecerá os sistemas de suspensão, suas características, componentes, aplicações e processos de manutenção. Ao final do capítulo, você conhecerá os processos de diagnóstico e manutenção dos componentes do sistema.

Chegando ao capítulo quatro, você estudará a respeito das rodas e pneus, seus tipos, características, estruturas, procedimentos de inspeção e reparo e balanceamento do conjunto pneus e rodas.

No capítulo cinco, você conhecerá sobre os sistemas de direção pinhão e cremalheira, setor e sem-fim, com e sem esferas recirculantes, seus respectivos tipos de servo-assistência, além dos componentes que integram o sistema, suas características e procedimentos de diagnóstico e reparo. Para finalizar o capítulo, você aprenderá sobre o processo de alinhamento de direção.

Por último, você compreenderá a importância do sistema de freios, os princípios físicos que permitem sua atuação, seu funcionamento e os componentes que tornam possível a aplicação segura do sistema em qualquer situação, além dos processos de diagnóstico e reparo.

Siga com motivação e entusiasmo para adquirir e absorver tudo que será abordado.

Bons estudos!



Os processos que antecipam e encerram a manutenção de um veículo são tão importantes quanto a realização do serviço propriamente dito. Esse gerenciamento é a garantia de que o seu serviço será executado com qualidade, minimizando a possibilidade de imprevistos e contribuindo para a satisfação das necessidades do cliente. Você já se perguntou quais são esses processos?

Ao longo deste capítulo, você conhecerá os diversos aspectos que envolvem o processo de manutenção automotiva e, ao final, você estará apto a:

- a) compreender a importância do planejamento no processo de manutenção;
- b) conhecer os catálogos, manuais e normas técnicas;
- c) entender a importância da cobertura de garantia, do diagnóstico e da elaboração do orçamento durante um processo de reparação;
- d) segregar corretamente os resíduos provenientes dos processos de manutenção;
- e) identificar as ferramentas, equipamentos e instrumentos direcionados à reparação de sistemas de suspensão, direção e freio.

Aproveite bem a oportunidade e explore todas as fontes de conhecimentos aqui apresentadas.

2.1 PLANEJAMENTO

A função básica do planejamento, segundo Pereira (2010) é definir aquilo que se deseja e os métodos, ferramentas e estratégias que serão utilizadas para isso. Nos processos de reparação dos sistemas de suspensão, direção e freio é possível aplicar o planejamento na etapa que antecede a execução da manutenção, a fim de otimizar o uso dos recursos disponíveis na oficina.

O uso de ferramentas de processo pode auxiliar a elaboração do planejamento dos processos de reparação, por exemplo, a definição de tabelas de tempo padrão de mão de obra (TPMO) para os processos de manutenção, a padronização dos procedimentos técnicos listados no manual de reparação do automóvel e as orientações relacionadas a execução de atividades pelas normas regulamentadoras. A partir destes pontos, o gestor da oficina, seja ele o chefe de oficina, consultor técnico ou gerente de serviços, poderá definir o planejamento a ser seguido com relação aos serviços a serem executados, prevendo os métodos e as ferramentas de gestão que serão utilizadas nas reparações.

Cada organização tem sua maneira de implementar o planejamento, mas algumas estratégias utilizadas usualmente podem ser mencionadas, como:

- a) estabelecimento de procedimentos para a realização dos serviços;
- b) divulgação do planejamento de maneira audiovisual na empresa;
- c) sensibilização dos colaboradores com relação ao planejamento;
- d) orientação das equipes de trabalho quanto aos procedimentos.

No dia a dia, o planejamento auxilia no fluxo das atividades e uso dos recursos da oficina. Quando o reparador automotivo se prepara para a realização de um serviço, evita o retrabalho e desperdício de tempo, contribuindo para os resultados pretendidos pela empresa de maneira direta e para a satisfação dos clientes, de maneira indireta.

Ao estruturar o planejamento e empregá-lo na rotina da oficina mecânica e de seus serviços, é possível seguir algumas etapas, quais sejam:

- a) selecionar os equipamentos e ferramentas a serem utilizados;
- b) escolher as peças e insumos a serem utilizadas;
- c) estimar o tempo que será necessário para cada procedimento de manutenção;
- d) estabelecer rotina de verificação após a conclusão dos serviços;
- e) definir as orientações a serem passadas ao cliente após a conclusão dos serviços.



CURIOSIDADES

Você sabia que as diretrizes da empresa, que compõem sua identidade organizacional (visão, missão e valores), são definidas a partir de um processo de planejamento? O gerenciamento por diretrizes é uma ferramenta de gestão que pode ser utilizada tanto a nível profissional como pessoal.

Executando o planejamento dos serviços é possível estimar quais recursos e métodos serão utilizados, minimizando, assim, a ocorrência de imprevistos e favorecendo a compreensão do fluxo de trabalho por parte do gestor. Equipamentos, ferramentas, profissionais e insumos que estejam ociosos estão deixando de contribuir com o resultado organizacional. Isto pode ser solucionado por meio do planejamento, uma vez que é possível repensar e redefinir as rotinas a fim de que todos estes recursos sejam otimizados, elevando a competitividade da oficina.



**SAIBA
MAIS**

Para saber mais sobre a importância do planejamento, procure na biblioteca mais próxima de você o livro "Planejamento estratégico: teoria, modelos e processos" do autor Maurício Fernandes Pereira, editora Atlas.

2.2 CATÁLOGOS, MANUAIS E NORMAS TÉCNICAS

Catálogos, manuais e normas técnicas são de grande importância durante um processo de reparação, cada um deles tem o seu papel bem definido, atuando em cada etapa de um reparo.

a) Catálogos: no segmento da manutenção automotiva, os catálogos são amplamente utilizados para a seleção de peças. Geralmente, nos catálogos de peça há foto do componente e uma série de referências numéricas, uma para cada aplicação. A seguir, você confere um exemplo das informações que normalmente aparecem no catálogo de peças.

PRODUTO: FLEXÍVEL DE FREIO DIANTEIRO DIREITO	Ref. 123456789	Marca Veículo A – 1.8 16v 2013
	Ref. 987654321	Marca Veículo A – 2.0 8v 2012/13
	Ref. 112233445	Marca Veículo A – 2.0 16v 2012/13
	Ref. 544332211	Marca Veículo B – 1.6 16v 2014
	Ref. 119922887	Marca Veículo B – 1.6 8v 2014/15
	Ref. 991188227	Marca Veículo C – 1.7 16v 2015

Quadro 1 - Exemplo de catálogo de peças
Fonte: do Autor (2015)

Observe que um mesmo tipo de produto (flexível de freio dianteiro direito) poderia ser facilmente confundido e aplicado incorretamente no veículo, gerando falhas no funcionamento. O reparador, portando as informações básicas sobre o veículo, como modelo, motorização, e ano de fabricação/modelo torna possível a seleção adequada da peça para o veículo que está sendo reparado.

b) Manuais: existem basicamente dois manuais direcionados a um veículo, o manual do proprietário e o manual de reparação ou manutenção. O manual do proprietário é aquele que é entregue ao cliente juntamente com o veículo novo, e traz informações sobre as características do veículo, especificações, dimensões e forma de utilização, além do plano de manutenção. O plano de manutenção serve como

forma de registro das manutenções necessárias ao longo da vida útil do veículo. Já o manual de reparação é direcionado ao reparador e traz informações pertinentes à manutenção do veículo, como procedimentos, tabelas de torque de parafusos, procedimentos de teste e inspeção. Na maior parte das oficinas e concessionárias os reparadores recebem treinamento quanto à interpretação e aplicação desses manuais.

c) Normas técnicas: além dos manuais e catálogos, existem as normas que padronizam a mão de obra, orientando o profissional no correto procedimento e realização de um serviço, observe a seguir alguns exemplos de normas técnicas direcionadas à manutenção dos sistemas de suspensão, direção e freio segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT:

ABNT- NBR ¹	NOME
5531:1990:	Veículos rodoviários – Rodagem
15830:2014	Veículos rodoviários automotores – Amortecedor da suspensão – Classificação, terminologia e identificação
14780:2001	Veículos rodoviários automotores em manutenção – Inspeção, diagnóstico, reparação e/ou substituição em sistema de suspensão
12603:1992	Geometria da suspensão de veículos rodoviários automotores – Terminologia
5542:1977	Pinos esféricos para articulações de direção e suspensão
16131:2012	Veículos rodoviários automotores – Terminais de direção, barras de direção, barras de ligação e conjuntos de barras axiais – Terminologia
14779:2001	Veículos rodoviários automotores em manutenção – Inspeção, diagnóstico, reparação e/ou substituição em sistema de direção
7023:1981	Direção – Veículos rodoviários automotores
5542:1977	Pinos esféricos para articulações de direção e suspensão
12683:2005	Veículos rodoviários automotores – sistemas de freios – Freios a disco – Verificação de vazamentos, vedações, funcionalidade, resistência mecânica, presença de gases liberados pelo revestimento do êmbolo e corrosão
14778:2001	Veículos rodoviários automotores em manutenção – Inspeção, diagnóstico, reparação e/ou substituição em sistema de freios
9495:2001	Veículos rodoviários automotores – Verificação do servo-acionador do freio hidráulico
11866:1991	Anel de vedação de borracha para cilindros dos freios a disco – Especificação
5532:1990	Componentes e sistemas de freio para veículos rodoviários
12683:2005	Veículos rodoviários automotores – sistemas de freios – Freios a disco – Verificação de vazamentos, vedações, funcionalidade, resistência mecânica, presença de gases liberados pelo revestimento do êmbolo e corrosão
14778:2001	Veículos rodoviários automotores em manutenção – Inspeção, diagnóstico, reparação e/ou substituição em sistema de freios

Quadro 2 - Norma técnicas
Fonte: ABNT (2015)

1 Significa Norma Brasileira aprovada pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Tanto os catálogos, quanto os manuais e normas técnicas podem ser estruturados em meio físico ou digital. Quando armazenados em meio físico, devem ser mantidos em local seco, já quando disponíveis em meio digital, devem ser armazenados em computador, preferencialmente utilizando de *backup* para recuperação destes em caso de formatação do computador.

2.3 GARANTIA

Todo serviço executado ou peça vendida possui uma cobertura de garantia prevista na lei; portanto, após o término da manutenção do veículo deve-se explicar ao cliente os termos da garantia.

Em caso de atendimento de solicitações de garantia é preciso agir com profissionalismo, argumentando tecnicamente e explicando de forma clara para o cliente as razões do incidente e sempre tratar o caso como prioridade.

É preciso analisar o pedido de garantia para saber se a reclamação se enquadra, ou se trata de um mau uso por parte do cliente. O responsável pela avaliação de um problema é o técnico em manutenção automotiva, o técnico deve avaliar o defeito e registrar todas as informações cabíveis ao problema em um parecer técnico que será anexado ao orçamento e a ordem de serviço para tomar as providências cabíveis, de acordo com a legislação e as políticas de garantia dos fabricantes e da empresa reparadora. Este procedimento é válido tanto para avaliação de defeitos do veículo quanto para diagnóstico de anomalias de componentes.

Ambos, o cliente e a empresa devem saber de seus direitos e deveres:

a) cliente: deve cuidar do veículo, utilizando-o corretamente de acordo com seu objetivo;

b) oficina: deve se responsabilizar pelos serviços e peças instaladas, diagnosticar anomalias de sistemas e componentes, conforme normas técnicas do fabricante do veículo e aplicar corretamente os componentes em caso de substituição ou reparo. Além disso, deve fornecer suporte técnico ao cliente em caso de necessidade ou então buscar suporte junto ao fabricante da peça e/ou veículo.

Existem dois tipos de garantia: dos serviços executados e dos componentes colocados no veículo, ambas previstas em lei: a legal e a contratual.

Os artigos 26 e 27 do código de defesa do consumidor, dispõe o seguinte:

Art. 26. O direito de reclamar pelos vícios aparentes ou de fácil constatação caduca em:

I – trinta dias, tratando-se de fornecimento de serviço e de produtos não duráveis;

II – noventa dias, tratando-se de fornecimento de serviço e de produtos duráveis.

§ 1º Inicia-se a contagem do prazo decadencial a partir da entrega efetiva do produto ou do término da execução dos serviços.

§ 2º Obstat a decadência:

I – a reclamação comprovadamente formulada pelo consumidor perante o fornecedor de produtos e serviços até a resposta negativa correspondente, que deve ser transmitida de forma inequívoca;

II – (Vetado).

III – a instauração de inquérito civil, até seu encerramento.

§ 3º Tratando-se de vício oculto, o prazo decadencial inicia-se no momento em que ficar evidenciado o defeito.

(CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. Art. 26 – Lei 8078/90).

Quanto ao prazo, aquele definido pelo artigo 18 do código de defesa do consumidor é de 30 (trinta) dias para que o fornecedor, no caso a oficina mecânica. Este prazo é dado para que seja solucionado o problema. Caso não consiga sanar o problema dentro do prazo, o cliente poderá escolher uma das alternativas: 1) obter crédito no valor do serviço ou bem adquirido, 2) trocar por outro serviço ou bem, ou ainda 3) receber o dinheiro pago de volta.

Além da garantia legal, existe a garantia contratual que completa a garantia legal e é dada pelo próprio fornecedor. Chama-se termo de garantia (Art. 50, código de defesa do consumidor) e deve explicar o que está garantido, qual o prazo, lugar, e o que deve ser exigido. Deve, também, ser acompanhado de um manual de instruções ilustrado, em língua portuguesa, e de fácil entendimento.

Habitualmente os fabricantes oferecem garantia quanto a eventuais problemas de fabricação das peças enquanto que as empresas de reparação automotiva asseguram ao cliente quanto à realização do serviço, de acordo com os procedimentos técnicos adequados para cada situação. A responsabilidade pelas condições de uso adequadas do produto é do consumidor, eximindo as empresas de reparação e os fabricantes de prestar atendimento em garantia.

2.4 DIAGNÓSTICO E ORÇAMENTO

O processo de reparação de um veículo não se resume simplesmente a sanar o problema informado pelo cliente. Uma série de etapas devem ser cumpridas buscando garantir a alta qualidade do serviço prestado.

Quando um cliente traz um veículo à oficina, seja para fazer apenas uma revisão ou realizar algum reparo, primeiramente o consultor ou chefe de oficina deve fazer uma avaliação prévia do problema, buscando interpretar o inconveniente. A visão sistêmica é uma das premissas básicas exigidas de um consultor ou chefe de oficina, que a partir do relato do cliente precisa buscar de forma metódica não somente o componente danificado, mas o real causador deste dano.

Para realização do diagnóstico, diversas ferramentas podem ser aplicadas, tais como:

- a) entrevista com o cliente: busque informações importantes que levem a descoberta do problema;
- b) teste de rodagem com o veículo: deve ser realizado acompanhado do cliente, expondo o veículo a situações em que o problema ocorre;
- c) análise visual e teste com equipamentos de diagnóstico: é importante a realização de testes visuais e utilizar instrumentos ou equipamentos de diagnóstico a fim de buscar possíveis funcionamentos anormais dos componentes.

Todas as informações obtidas durante o diagnóstico devem ser registradas, uma vez que serão de grande valia durante a elaboração do orçamento. O registro pode ser em formulário próprio para diagnóstico ou ainda em formato de *checklist*. O *checklist* serve como ferramenta de registro de informações do veículo, como o relato do cliente quanto às possíveis falhas, além de contar com um levantamento estético do veículo, o que resguardará a oficina posteriormente em caso de reclamações do cliente em relação aos danos na pintura ou estrutura do veículo. Lembre-se de sempre entregar uma cópia do *checklist* ao cliente.

Após realizar o diagnóstico, fazer o *checklist* do veículo e antes de realizar o processo de reparação do veículo, é de suma importância a elaboração de um orçamento, no qual serão explanados ao cliente os custos das peças e serviços. O levantamento de preços tanto das peças quanto dos serviços deve ser levado em conta, insere-se neste contexto a quantidade de horas que serão destinadas à manutenção e quais/ quantas peças serão utilizadas, informações importantíssimas para a elaboração do orçamento.

Um orçamento pode ser elaborado de diversas formas, desde manualmente em bloco de orçamento, passando por tabelas elaboradas em *software* de elaboração de planilhas, até mesmo orçamentos mais completos e complexos feitos a partir de *softwares* de gerenciamento.

Estes *softwares* de gerenciamento além de registrar os dados do cliente, do veículo e histórico de serviços realizados, também costumam integrar o orçamento ao controle de estoque de peças, assim limitando as ações em caso de falta de algum componente do estoque.

O orçamento elaborado e emitido ao cliente, caso seja aprovado, deve ser assinado pelo mesmo. Se o cliente aprovar parcialmente o orçamento, os itens aprovados deverão ser destacados na Ordem de Serviço - OS. Após aprovação, a OS é entregue ao reparador responsável pelo serviço para execução.



CASOS E RELATOS

Falha de registro

Eduardo é técnico em manutenção automotiva e responsável pelo setor de manutenção de uma concessionária na cidade do Rio de Janeiro, no Estado do Rio de Janeiro. Geralmente atua como consultor técnico, porém, esporadicamente, em função do grande fluxo de veículos, ele atua também como mecânico. Em uma manhã de quarta-feira, Eduardo recebeu um veículo para efetuar a substituição de um flexível do sistema de freio. Para isso, iniciou o planejamento das atividades e separou todos os itens necessários; entretanto, percebeu que no estoque da concessionária não constava o flexível.

Então, Eduardo solicitou o componente de depósito, que fica localizado em Curitiba, no estado do Paraná. O atendente do depósito lhe avisou que enviaria a peça no mesmo dia, então, com base nessa informação, Eduardo iniciou a desmontagem do veículo para ficar apenas aguardando o flexível para conclusão da manutenção.

Na manhã da quinta-feira (dia seguinte à solicitação), Eduardo recebeu o componente, conferiu a identificação na etiqueta e todos os dados estavam corretos. Ao abrir a embalagem e tentar encaixar o componente no veículo percebeu que não se tratava do componente correto, porque o comprimento do flexível não era compatível com o veículo. Nesse momento, ele entrou em contato novamente com o depósito que confirmou o envio novamente do flexível no mesmo dia. Na quinta-feira, Eduardo aguardava a chegada do componente correto quando foi informado de que o flexível não chegaria no dia, pois em função do depósito se localizar em outro estado, o transporte de peças é realizado por uma empresa de logística terceirizada que extraviou o pacote onde estava a peça.

Em função disso, o depósito precisou enviar um terceiro flexível para que Eduardo finalizasse a manutenção do veículo. Como Eduardo é o responsável pelo setor de manutenção da concessionária, ele precisou entrar em contato com o cliente e explicar a situação ocorrida. O cliente, por sua vez, não ficou nenhum pouco contente com a notícia. No entanto, Eduardo aprendeu uma grande lição com o acontecimento, ele nunca mais iniciará um processo de manutenção sem ter em mãos todos os subsídios necessários para a conclusão do processo.

2.5 QUALIDADE AMBIENTAL

É cada vez maior a preocupação com o meio ambiente, e essa preocupação também está dentro das oficinas, que visam à coleta e destinação correta dos resíduos.

Não basta apenas a conscientização, também é necessário regulamentar as normas e leis ambientais. Você está ciente das normas e legislação ambiental vigentes? Saberá dizer o que é certo ou errado, segundo essas leis? Continue seus estudos e veja, a seguir, mais informações sobre o assunto.

2.5.1 NORMAS AMBIENTAIS

Conheça, na sequência, os principais órgãos regulamentadores.

a) Legislação municipal: as leis, normas e decretos municipais são elaboradas pela administração pública de cada município, e as leis ambientais estão inclusas nelas. Geralmente estas leis são desenvolvidas por órgãos ambientais pertencentes à prefeitura, como as secretarias de meio ambiente, e tem como objetivo promover a preservação do meio ambiente, fiscalizando, penalizando e estabelecendo diretrizes para: a utilização de recursos naturais; a emissão de poluentes líquidos, sólidos e gasosos; a definição de limites de tolerância para a presença de elementos químicos em sedimentos, águas superficiais e subterrâneas.

Estas leis são subordinadas às leis estaduais e federais, sendo que suas diretrizes não podem ser menos restritivas que as leis estaduais e federais.

b) Legislação estadual: As leis, decretos e normas estaduais, assim como as leis municipais, são elaboradas pela administração pública do estado, sendo desenvolvidas por fundações ou conselhos ligados ao governo do estado, e tem como objetivo promover a preservação do meio ambiente, fiscalizando, penalizando e estabelecendo diretrizes para os mesmos itens que os órgãos municipais. Além disso, ainda é possível que um órgão ambiental estadual fiscalize e penalize um órgão municipal que venha a descumprir qualquer lei. Estas leis são superiores às leis municipais e subordinadas às leis federais, sendo que suas diretrizes não podem ser menos restritivas que as leis federais.

c) Legislação federal: as normas, leis e decretos federais servem de base para a elaboração das leis estaduais e municipais, sendo que estas nunca podem ser menos restritivas que as leis federais. Assim como as leis estaduais e municipais, as federais tem como objetivo promover a preservação do meio ambiente, fiscalizando, penalizando e estabelecendo diretrizes para as mesmas questões que os órgãos estaduais e municipais.

Você já pensou sobre qual a ligação existente entre uma oficina mecânica e uma lei ambiental? Como você leu nos parágrafos anteriores, as leis ambientais objetivam a preservação ambiental, definindo padrões a serem seguidos por todas as empresas quanto a emissão de poluentes. Como você pode imaginar, uma oficina mecânica que trabalha com a manutenção de sistemas de freios, por exemplo, possui um grande potencial contaminante, já que todo e qualquer componente extraído de um veículo (como discos de freio usados, pastilhas de freio desgastadas, fluido de freio já utilizado) deve ser descartado de maneira adequada. Caso sejam armazenados ou descartados incorretamente, esses componentes podem causar a contaminação do solo e, em alguns casos, até mesmo a contaminação do lençol freático. Então, você como futuro técnico em manutenção automotiva, deve consultar a legislação ambiental vigente do seu estado e município para manter-se atualizado quanto aos deveres e obrigações da oficina.

2.5.2 RESÍDUOS

Os resíduos sólidos automotivos mais prejudiciais ao meio ambiente e à saúde pública, gerados por uma oficina durante o processo de manutenção de sistemas de suspensão, direção e freio são:

- a) óleo hidráulico e fluido de freio usado;
- b) emissão de gases;
- c) descarte de sólidos, como panos, papelão e peças;
- d) descarte de sólidos embebidos em óleo;
- e) produtos minerais e ferrosos;
- f) plásticos.

Os resíduos sólidos provenientes da atividade de manutenção automotiva são classificados, segundo a NBR 10.004:2004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, de acordo com as características de periculosidade apresentadas, em: Classe I (perigosos) ou Classe II (não-perigosos); Classe II A – Inertes e Classe II B – Não-inertes. A classificação de resíduos só pode ser realizada por meio do processo de análise em laboratório.

Em muitas cidades existe, além da coleta normal de resíduos, a coleta seletiva, que recolhe resíduos recicláveis para a destinação correta. No caso das oficinas mecânicas, isso torna-se uma regra. Como você viu, as leis determinam que as oficinas devem dar o destino correto aos resíduos.

Diversos materiais são recicláveis, como o papel, o plástico, o vidro, o metal, entre tantos outros. As oficinas precisam ter em seu ambiente de trabalho tambores com identificações de separação dos resíduos.

Essas identificações dos tambores devem ser escritas e coloridas, visto que cada resíduo possui uma cor padrão na coleta seletiva. A adoção dos padrões da coleta seletiva permite uma maior agilidade na segregação e no descarte dos materiais, além de deixar sua oficina com um aspecto mais organizado, o que auxilia a conquistar novos clientes ou manter os clientes atuais.

2.6 FERRAMENTAS, INSTRUMENTOS E EQUIPAMENTOS

Durante o processo de manutenção e reparo dos sistemas de suspensão, direção e freios, o reparador utilizará diversas ferramentas, instrumentos e equipamentos, sendo eles universais ou específicos. São consideradas ferramentas universais aquelas ferramentas do dia a dia, tais como chaves de fenda, chaves fixas, estrela, combinadas, chaves biela, além dos alicates, martelos e tantas outras que se pode utilizar nas mais variadas aplicações. Além das ferramentas universais, há também as ferramentas específicas que, de acordo com literaturas e manuais de reparação dos sistemas, direcionam os processos de reparação de uma forma que seja executada com qualidade, agilidade e segurança.

Lembre-se sempre de manter o local de trabalho limpo e organizado e isto inclui efetuar a limpeza das ferramentas e equipamentos após a sua utilização e guarda-los em armários ou locais apropriados.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 1 - Painel de ferramentas
Fonte: Banco de imagens

Conheça, a seguir, alguns tipos, características e aplicações de equipamentos e ferramentas específicas comumente utilizados na manutenção de sistemas de suspensão, direção e freios.

2.6.1 TIPOS, CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES

Os equipamentos e ferramentas são de extrema importância para a realização dos procedimentos de diagnóstico, desmontagem, reparação, montagem e teste de componentes.

Como você já viu, as ferramentas de uso geral empregadas na manutenção dos sistemas de suspensão, direção e freio são: chave combinada, chave de boca, chave estrela, chave de fenda convencional, tipo phillips, tipo allen, tipo torks®, jogo de soquetes, cabo de força e catraca reversível. Mas, existem algumas ferramentas que são de uso específico nos sistemas, pois realizam procedimentos impossíveis de serem feitos adequadamente com as ferramentas de uso geral. Veja, no quadro a seguir, algumas ferramentas e equipamentos que você utilizará no sistema de suspensão, direção e freios automotivo.

 <p>Evelin Lediani Bao (2015)</p>	<p>Ferramenta para recuar os êmbolos da pinça de freio a disco traseira. Específica para desmontagem. Utilizada para recuar o pistão da pinça de freio traseira.</p> <p>Para conservação, deve-se manter limpa com um pano e guardada em local seco.</p>
 <p>Evelin Lediani Bao (2015)</p>	<p>Ferramenta para recuar o êmbolo da pinça de freio. Específica para montagem e manutenção. Utilizada para recuar o êmbolo da pinça de freio.</p> <p>Para conservação, deve-se manter limpa com um pano e guardada em local seco.</p>
 <p>Evelin Lediani Bao (2015)</p>	<p>Chave poligonal aberta. Específica para desmontagem, montagem e manutenção. Utilizada para apertar ou afrouxar as conexões da tubulação. Para conservação, deve-se manter limpa com um pano e guardada em local seco. Não utilizar para outras finalidades.</p>
 <p>Evelin Lediani Bao (2015)</p>	<p>Máquina de sangria do fluido de freio hidráulico. Específica para manutenção. Utilizada para substituir o fluido de freio. Para conservação, deve-se limpar com um pano, protege-la de quedas, armazenar em local seco. Utilizá-la de acordo com o manual do fabricante.</p>
 <p>Sérgio Augusto Quevedo Scherwinski Filho (2014)</p>	<p>Elevador automotivo. Uso geral para inspeção, desmontagem, montagem e manutenção. Utilizado para suspender o veículo enquanto são feitos os procedimentos. Deve-se cuidar com o peso adequado do veículo e seguir a recomendação do fabricante. Para conservação, mantê-lo lubrificado e limpo.</p>
 <p>Morgana Machado (2014)</p>	<p>Prensa hidráulica. Uso geral para inspeção, desmontagem, montagem e manutenção. Utilizado para montar componentes mecânicos prensando-os com pressão conforme recomendação do fabricante. Para conservação, mantê-la lubrificada e limpa.</p>



Evelin Lediani Bao (2015)

Macaco jacaré. Uso geral para inspeção, desmontagem, montagem e manutenção. Utilizado para suspender o veículo de peso conforme recomendações do fabricante enquanto são feitos os procedimentos. Para conservação, mantê-lo lubrificado e limpo.



zeffart ((20--7))

Macaco hidráulico tipo garrafa. Uso geral para inspeção, desmontagem, montagem e manutenção. Utilizado para suspender o veículo de peso conforme recomendações do fabricante enquanto são feitos os procedimentos. Para conservação, mantê-lo lubrificado e limpo.



Evelin Lediani Bao (2015)

Cavaletes. Uso geral para inspeção, desmontagem, montagem e manutenção. Utilizado para suspender o veículo de peso conforme recomendações do fabricante enquanto são feitos os procedimentos. Para conservação, mantê-lo lubrificado e limpo.



Morgana Machado (2015)

Encolhedor de molas mecânico. Específica para montagem e manutenção. Utilizado para encolher as molas da suspensão retirando a pressão de trabalho. Manter limpa com um pano e guardada em local seco. Não utilizar para outras finalidades.



Evelin Lediani Bao (2015)

Encolhedor de molas pneumático. Específica para montagem, desmontagem e manutenção. Utilizado para encolher as molas da suspensão retirando a pressão de trabalho conforme recomendação do fabricante. Mantê-lo limpo e lubrificado.



Evelin Lediani Bao (2015)

Extrator e instalador da barra axial. Específica para montagem, desmontagem e manutenção. Utilizado para remoção e instalação de barras axiais. Manter limpa com um pano e guardada em local seco. Não utilizar para outras finalidades.



yanyong ((20--7))

Ferramentas pneumáticas. Uso geral para montagem, desmontagem e manutenção. Utilizadas para acelerar o processo de remoção e instalação de porcas e parafusos. Manter limpas com um pano e guardadas em local seco. Para melhor conservação, deve-se manter sempre lubrificadas com óleo especificado pelo fabricante.



Alexandre de Ávila (2015)

Rampa e equipamento de alinhamento. Uso específico para alinhamento de sistema de direção e suspensão. Utilizados para realizar a leitura e alinhamento dos ângulos de suspensão e direção. Manter limpo com um pano, deve estar bem fixado ao piso e manter a calibração e ajuste em dia, conforme plano de manutenção do equipamento.



Morgana Machado (2014)

Balancedora de pneus e rodas. Uso específico para balanceamento de pneus e rodas. Manter limpo com um pano, deve estar bem fixado ao piso e manter a calibração e ajuste em dia, conforme plano de manutenção do equipamento.



Morgana Machado (2014)

Desmontadora de pneus. Uso geral para montagem, desmontagem e manutenção. Utilizada para desmontagem e montagem de pneus em rodas. Manter limpo com um pano, deve estar bem fixado ao piso e realizar a lubrificação e ajustes conforme plano de manutenção do equipamento.



Evelin Ledliani Bao (2015)

Extrator e instalador de rolamentos de roda. Específica para desmontagem, montagem e manutenção. Utilizado para remover e instalar rolamentos de roda. Manter limpa com um pano e guardada em local seco. Não utilizar para outras finalidades.



Evelin Ledliani Bao (2015)

Sacador de volante de direção. Específica para desmontagem e manutenção. Utilizado para remoção do volante de direção. Manter limpa com um pano e guardada em local seco. Não utilizar para outras finalidades.



Evelin Ledliani Bao (2015)

Sacador de cubo de roda. Específica para desmontagem e manutenção. Utilizado para remoção de cubos de rodas. Manter limpa com um pano e guardada em local seco. Não utilizar para outras finalidades.





Evelin Ledliani Bao (2015)

Chave para retirada da porca guia do rolamento superior do amortecedor. Específica para montagem, desmontagem e manutenção. Utilizado para realizar a remoção e instalação da porca guia do rolamento do amortecedor permitindo a fixação da haste do amortecedor. Manter limpa com um pano e guardada em local seco. Não utilizar para outras finalidades.






Evelin Ledliani Bao (2015)

Extratores de pivô. Específica para desmontagem e manutenção. Utilizado para remoção do pivô da manga de eixo. Manter limpa com um pano e guardada em local seco. Não utilizar para outras finalidades.

	<p>Evelin Lediani Bao (2015)</p>	<p>Extratores de terminais de direção. Específica para desmontagem e manutenção. Utilizado para remoção do terminal de direção da manga de eixo. Manter limpa com um pano e guardada em local seco. Não utilizar para outras finalidades.</p>
	<p>Evelin Lediani Bao (2015)</p>	<p>Alicates especiais. Específica para montagem, desmontagem e manutenção. Utilizados para remover e instalar anel trava interno e externo, braçadeira de coifas de caixa de direção e de mangueiras de baixa pressão de sistemas de direção hidráulica. Manter limpa com um pano e guardada em local seco. Não utilizar para outras finalidades.</p>

Quadro 3 - Ferramentas específicas do sistema de freios
Fonte: dos Autores (2015)

Como os sistemas de suspensão, direção e freios apresenta diversos componentes mecânicos, que atuam realizando atrito e são suscetíveis a desgaste, é necessário o uso de instrumentos de metrologia para avaliar a condição das peças. Veja, no quadro abaixo, os instrumentos utilizados na manutenção destes sistemas.






	<p>dirikkoebemik (20--?)</p>	<p>Paquímetro comum e de pontas (internas ou externas). O paquímetro é utilizado para medir espessura com precisão. O paquímetro comum é utilizado para medir espessura de lonas e pastilhas de freio; o paquímetro de pontas interno é utilizado para medir desgaste e ovalização de tambores de freio; já o paquímetro de pontas externo é utilizado para medir a espessura dos discos de freio.</p>	<p>Para conservação desses instrumentos, deve-se mantê-los limpos com um pano, guardados em locais secos sem oscilação de temperatura e manter o ajuste e calibração em dia, conforme plano de manutenção do instrumento.</p>
	<p>iStock ((20--?))</p>	<p>Relógio comparador com base magnética. Comparar desgaste, ovalização e empenamento de uma superfície. Utilizado para medir o empenamento dos discos e tambores de freio, além de empenamentos nos cubos de roda.</p>	
	<p>Evelin Lediani Bao (2015)</p>	<p>Torquímetro. Uso geral para montagem de componentes. Utilizado para aplicar torque adequado à porcas e parafusos.</p>	



Quadro 4 - Instrumentos de metrologia utilizados no sistema de freios
Fonte: dos Autores (2015)

Observou o quão importante é a manutenção e a integridade das ferramentas, equipamentos e instrumentos? Como você pôde observar nos quadros, todos os itens possuem formas de conservação e limpeza. Alguns deles necessitam periodicamente de ajustes e calibração a fim de manter a precisão durante sua

utilização. Nos casos de equipamentos como a balanceadora de pneus e rodas, a rampa e o equipamento de alinhamento, esta calibração e ajuste devem ser feitos por técnico habilitado pelo fabricante do equipamento. Já os instrumentos de medição como paquímetro, micrômetro, relógio comparador e torquímetro devem ser ajustados e calibrados por empresa certificada pelo INMETRO e estes procedimentos devem ser sempre registrados por meio do certificado de calibração do instrumento.

Mas não basta apenas manter as ferramentas em bom estado, limpas e calibradas. Os processos de manutenção não podem ser realizados de forma insegura, lembre-se sempre de utilizar as ferramentas, equipamentos e instrumentos seguindo as normas de segurança preconizadas pelo fabricante. Isto garante a integridade do equipamento e minimiza os riscos ao reparador. Além disso, lembre-se também de que uma oficina mecânica é um ambiente que oferece riscos à integridade física dos profissionais que ali trabalham. Pela natureza das atividades realizadas, é necessária atenção às normas técnicas referentes ao uso de equipamentos individuais (EPIs) e coletivos (EPCs) de segurança. Veja, a seguir, os equipamentos de segurança utilizados para lidar com os sistemas de suspensão, direção e freio.

 iStock (20-?)	Luva de pano: serve para proteger as mãos contra sujeira e cantos vivos. Utilizada no manuseio de componentes e são descartáveis.
 iStock (20-?)	Luva de borracha: protegem as mãos na manipulação de fluido de freio e outros líquidos. Para conservação, indica-se mantê-la limpa com água e sabão, guardada em ambiente seco.
 iStock (20-?)	Luva química: indicado para proteger as mãos contra resíduos que possam penetrar na pele, normalmente utiliza-se sob outra luva. Para conservação, deve-se manter o recipiente em local seco sem alteração de temperatura. Verificar a validade.
 iStock (20-?)	Óculos de proteção: são indicados para proteger os olhos contra sujeira e respingos, sempre que estiver lidando com o sistema de freios. Para conservação, deve-se manter limpo com um pano e armazenado em local seco.
 iStock (20-?)	Botina: serve para proteger os pés contra sujeira, respingos e possíveis impactos. Manter limpa, encerada e sem rasgos ou furos.

 <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Evelin Lediani Bao (2015)</p>	<p>Protetor auricular: utilizado par prevenir que a audição do técnico seja afetada pelo ruído das máquinas e equipamentos. Manter armazenado em recipiente fechado e local seco sem alteração de temperatura. Verificar a validade.</p>
 <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">reach-art ((20--?))</p>	<p>Guarda-pó (Jaleco): recomenda-se o uso para proteger o corpo contra sujeira e respingos, sempre que estiver em uma oficina mecânica. Para boa conservação e proteção, mantenha-o lavado, passado e sem rasgos ou furos.</p>

Quadro 5 - Equipamentos de proteção para lidar com o sistema de freios
Fonte: dos Autores (2015)



FIQUE ALERTA

Ao manusear sistemas funcionais (equipamentos ligados, veículos com motor ligado, entre outros) nunca utilize qualquer adereço que possa ser puxado pelo equipamento, por exemplo, protetores auriculares pendurados ou cordões com crachá, pois estes sendo puxados por equipamentos podem gerar graves acidentes de trabalho.



RECAPITULANDO

Nesse capítulo, você conheceu as principais etapas de um planejamento, compreendendo a importância deste processo para a qualidade do serviço prestado. Além disso, você aprendeu sobre a utilização dos catálogos, manuais e normas técnicas direcionadas à manutenção dos sistemas de suspensão, direção e freio.

Você também leu a respeito da cobertura de garantia, da sistemática para interpretação de um inconveniente no momento do diagnóstico e sobre o orçamento, ferramenta muito importante para registro dos serviços prestados.

Você aprendeu, ainda, sobre as normas ambientais e a correta segregação dos resíduos gerados na oficina durante um processo de manutenção.

Por fim, você conheceu as ferramentas, instrumentos, equipamentos e EPIs direcionados aos processos de reparação dos sistemas de suspensão, direção e freio.

No capítulo a seguir, você conhecerá o sistema de suspensão. Bons estudos!



Você já imaginou como seriam os veículos sem o sistema de suspensão?

Pense em um veículo sem suspensão andando em estrada de chão, cheio de buracos. Pondere sobre o desconforto que seria viajar nessa situação.

Para que os passageiros possam ter o máximo de conforto, o sistema de suspensão vem se aprimorando a cada ano e tem uma função importantíssima no veículo, que é absorver por meio de seus componentes as imperfeições e desníveis do solo e, assim, maximizar o conforto de seus ocupantes, estabilizando o veículo e aumentando a vida útil dos componentes. Além disso, o sistema de suspensão possui uma variedade de estruturas diferentes para cada veículo. Ao final do capítulo, você terá a capacidade de:

- a) identificar os diversos tipos e seus principais funcionamentos;
- b) conhecer os principais componentes e articulações que compõe o sistema de suspensão; e
- c) correlacionar as anomalias e manutenções com o funcionamento dos componentes.

Siga em frente!

3.1 TIPOS E CARACTERÍSTICAS

Os sistemas de suspensão são projetados de acordo com o modelo do veículo e as suas configurações. Em função dos automóveis possuírem ao menos dois eixos, sendo um dianteiro e outro traseiro, e estes terem comportamentos dinâmicos diferentes em função da aplicação do veículo, diversos tipos de suspensão foram desenvolvidos com o passar dos anos. Estes tipos são separados em três grandes grupos classificados como: dependente, independente e semi-independente.

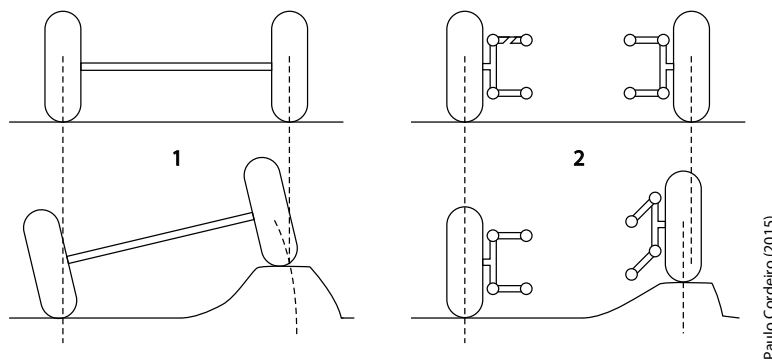


Figura 2 - Suspensão dependente (1) e suspensão independente (2)
Fonte: Arias-Paz (2011)

Veja, a seguir, as especificações de cada tipo de suspensão.

3.1.1 SUSPENSÃO DEPENDENTE

A construção da estrutura da suspensão dependente se dá a partir de um eixo rígido transversal que une as rodas do mesmo eixo. Este eixo é fixado ao chassi ou carroceria por meio de molas e amortecedores. Em função da elevada resistência do eixo, este sistema é comumente encontrado em veículos de carga (pick-ups, utilitários, caminhões e ônibus).

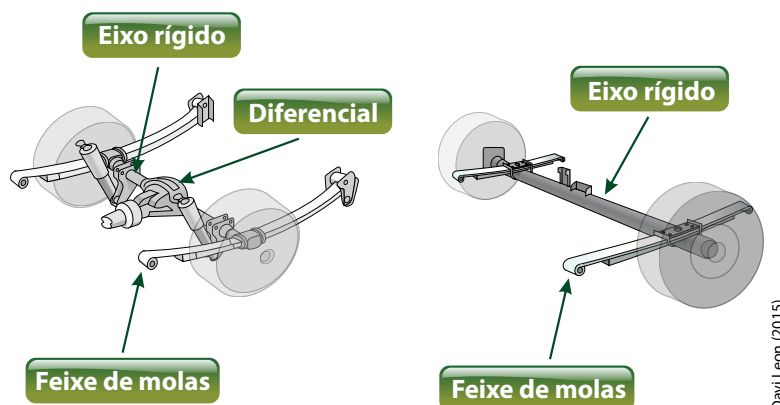


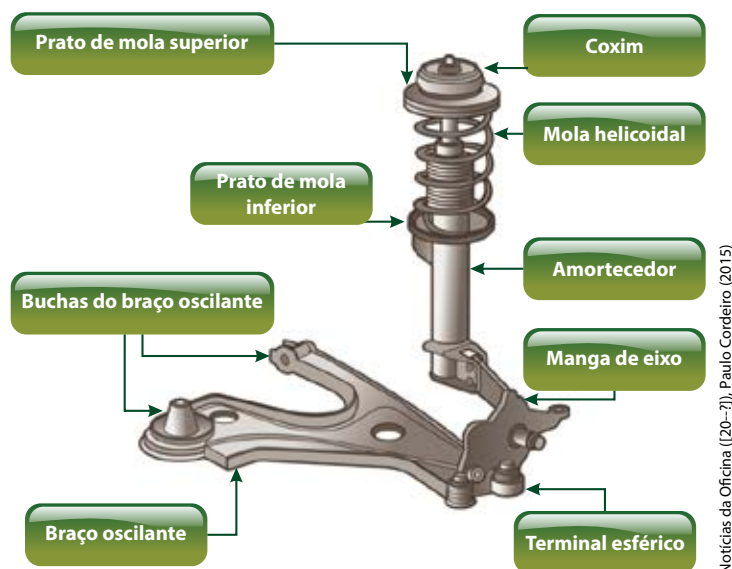
Figura 3 - Suspensão dependente
Fonte: adaptado Ford (20--?)

O sistema de suspensão dependente recebe este nome em função de um lado depender da mobilidade do outro, ou seja, todo impacto ou torção recebido por um lado é transmitido ao outro com intervenção do eixo rígido.

3.1.2 SUSPENSÃO INDEPENDENTE

As suspensões independentes são caracterizadas por conjuntos formados de braços móveis e articulações que permitem a independência de um lado da suspensão em relação ao outro, ou seja, caso uma roda receba algum tipo de vibração, esta é absorvida por este lado da suspensão, não sendo transmitida a vibração para a outra roda do eixo. Este processo eleva a estabilidade do veículo e o conforto quando comparado ao sistema dependente.

No mercado estão disponibilizados diversos tipos de suspensão independentes, o sistema comumente utilizado na dianteira de veículos de passeio é o sistema McPherson, que recebe este nome em homenagem ao seu inventor, Earle S. McPherson. O sistema McPherson é formado por um amortecedor, o qual possui em sua própria estrutura um prato de apoio para a mola do tipo helicoidal, fixado à haste do amortecedor encontra-se o prato de mola superior e o coxim do amortecedor, o prato fixa a parte superior da mola e o coxim fixa a parte superior de todo o conjunto à carroceria. Na parte inferior do amortecedor é fixada a manga de eixo, que por sua vez é presa por meio de um terminal esférico (pivô) ao braço oscilante. A bandeja ou braço oscilante pode ser fixada à carroceria do veículo ou ao quadro da suspensão (agregado ou subchassi) por meio de buchas de borracha que reduzem o atrito gerado pela mobilidade do conjunto de suspensão em relação à carroceria.

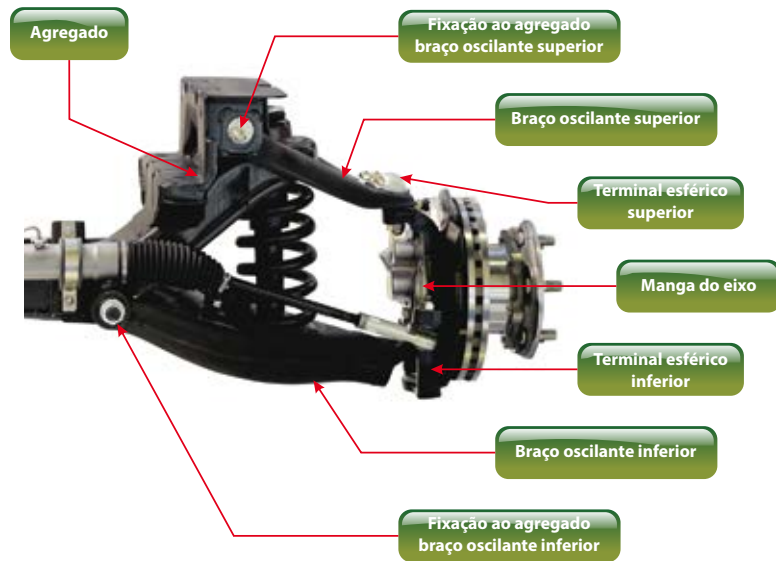


Notícias da Oficina (20--7); Paulo Cordeiro (2015)

Figura 4 - Suspensão McPherson
Fonte: adaptado de Notícias da Oficina (20--?)

Outro tipo comum de suspensão independente é o modelo com braços triangulares superpostos, também conhecida como suspensão Double Wishbone. Este sistema utiliza dois braços oscilantes

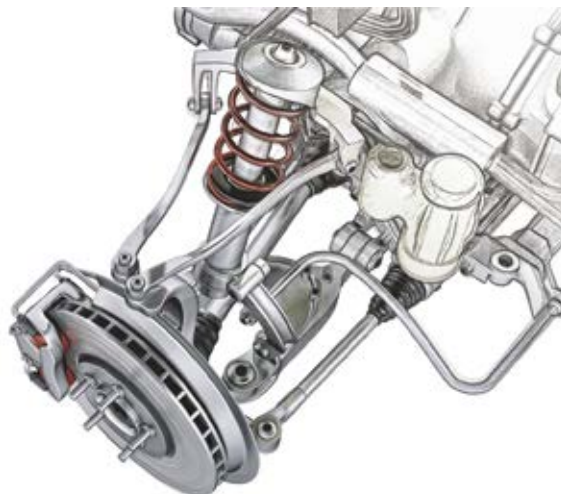
triangulares, um sobre o outro, ambos estão fixos em uma das extremidades a um ponto da carroceria, chassi ou agregado, e na outra extremidade são fixados na manga de eixo. Da mesma forma que o sistema McPherson, este também possui ainda um amortecedor e uma mola helicoidal para que as vibrações sejam absorvidas. Em função de seu maior tamanho quando comparado à McPherson e de sua maior robustez, este sistema é largamente empregado em automóveis de maior porte, pick-ups e utilitários.



istock ([20--?]), Paulo Cordeiro (2015)

Figura 5 - Suspensão Double Wishbone
Fonte: Thinkstock (2015)

No grupo das suspensões independentes, vale ainda ressaltar o sistema Multilink, que é formado por três ou mais braços de suspensão, que interligam a roda com a carroceria do veículo. Este sistema proporciona grande eficiência em conforto e estabilidade, contudo, em função da maior quantidade e complexidade dos componentes, também possui elevado custo de manutenção quando comparado aos sistemas citados anteriormente. Dessa forma, é comumente utilizado em veículos de luxo ou esportivos.



leonello ([20--?])

Figura 6 - Suspensão Multilink
Fonte: Thinkstock (2015)

3.1.3 SUSPENSÃO SEMI-INDEPENDENTE

Na suspensão semi-independente, as rodas estão interligadas por um mesmo eixo, porém, em determinadas situações em que um esforço é aplicado, este eixo sofre torção absorvendo os impactos e a torção minimiza a transferência das vibrações entre os lados da suspensão. Este conjunto é amplamente utilizado em veículos de passeio por oferecer bons índices de conforto e estabilidade (quando comparado ao sistema dependente) agregado ao baixo custo de produção em relação aos sistemas independentes.



carblog ([20--?])

Figura 7 - Suspensão semi independente
Fonte: Mecânica Online ([20--?])

3.2 COMPONENTES

O sistema de suspensão tem a importante função de absorver os impactos do veículo com o solo durante a rodagem, mas para que isso ocorra são necessários diversos componentes. Prossiga seus estudos para conhecer os principais componentes do sistema de suspensão.

3.2.1 MOLAS

As molas são fabricadas em ferro e possuem a importante função de absorção de impactos gerados pelas rodas durante os trajetos percorridos, por meio de sua distensão e compressão. Além disso, elas proporcionam maior conforto e estabilidade aos ocupantes do veículo.

MOLAS HELICOIDAIS

Este é o tipo mais comum de mola, composto por uma barra de torção enrolada em seu próprio eixo, gerando elos. Este tipo de mola possui alta resistência mecânica, mas apesar da construção semelhante, no mercado podem ser encontradas ao menos quatro tipos de molas helicoidais: cilíndricas, cônicas, barril ou do tipo banana.



iStock ([20--?]), Paulo Cordeiro (2015)

Figura 8 - Molas helicoidais
Fonte: adaptado de Thinkstock (2015)



FIQUE ALERTA

Nunca realize nenhum tipo de interferência nas molas, tais como corte, prensagem ou aquecimento, pois esses processos reduzem a resistência e a eficiência do componente.

FEIXE DE MOLAS

Sua construção se caracteriza pela disposição de várias lâminas de aço umas sobre as outras, na maioria dos veículos que as utilizam. Suas extremidades são fixadas ao chassi ou carroceria e seu arco é apoiado sobre o eixo do veículo. Este sistema é muito utilizado em pick-ups e veículos pesados, por oferecer elevada resistência à carga.

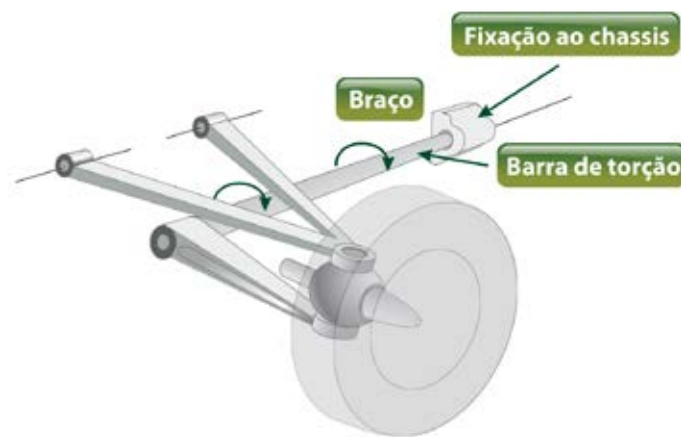


cherezoff ([20--?])

Figura 9 - Feixe de molas
Fonte: Thinkstock (2015)

BARRAS DE TORÇÃO

Neste sistema de absorção, utiliza-se as propriedades de torção de uma barra de aço, com a intenção de adquirir o comportamento semelhante a uma mola helicoidal. A extremidade desta barra de aço é afixada no chassi do veículo e a outra extremidade é fixada no braço triangular, que faz o papel de alavanca, movimentando-se perpendicularmente à barra de torção.

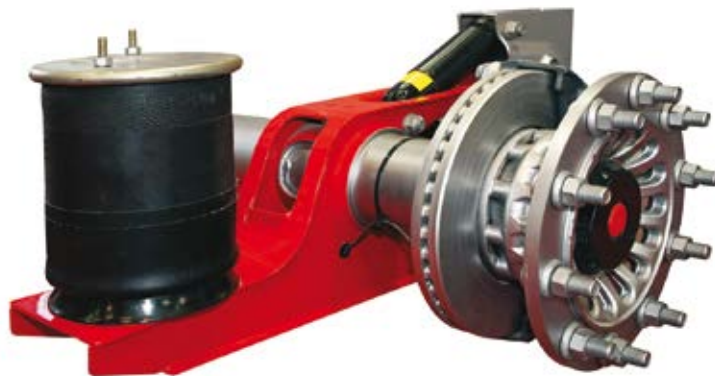


Davi Leon (2015)

Figura 10 - Desenho da barra de torção
Fonte: adaptado de SENAI-PE (2011)

MOLAS PNEUMÁTICAS

O sistema pneumático utiliza a pressão de ar disposta dentro de um cilindro de uma câmara cilíndrica (bolsas de ar) de borracha para absorver os impactos. Em função de trabalhar com variações da pressão de ar interna, é possível alterar a altura do veículo em relação ao solo, além de aumentar ou reduzir a maciez da suspensão influenciando no conforto.



Balonciá ([20--?])

Figura 11 - Suspensão pneumática
Fonte: Thinkstock ([20--?])



CASOS E RELATOS

O perigo das molas cortadas

Hellison comprou seu primeiro carro e estava muito feliz por sua aquisição, porém desejava incrementar seu veículo para deixá-lo mais esportivo.

Assim, decidiu levar seu carro a uma oficina e pediu para que cortassem as molas, já que seu intuito era deixar o veículo rebaixado.

Entretanto, certo dia, Hellison estava andando com seu veículo e passou por um desnível na pista. Uma das molas dianteira se desencaixou da base do amortecedor e perfurou o pneu, fazendo com que rasgasse a borda do pneu. Felizmente, como estava em baixa velocidade e sozinho na estrada, não aconteceu nenhum acidente. Contudo, após o susto, Hellison chamou um guincho e levou seu veículo a uma oficina, e solicitou que recolocassem as molas originais, pois essas não iam trazer problemas ao veículo.

Como você deve imaginar, não somente de molas é feita uma suspensão, a seguir você conhecerá o amortecedor, um componente que influencia diretamente na ação das molas do veículo.

3.2.2 AMORTECEDOR

Quando se fala em amortecedor é comum as pessoas relacionarem ao amortecimento dos impactos que o veículo sofre quando se desloca, no entanto, esta é uma função da mola do veículo. A função do amortecedor é controlar as oscilações da mola.

Na imagem a seguir, você conhecerá a estrutura de um amortecedor:

Como funcionam as suspensões dos carros Amortecedores de tubos duplos

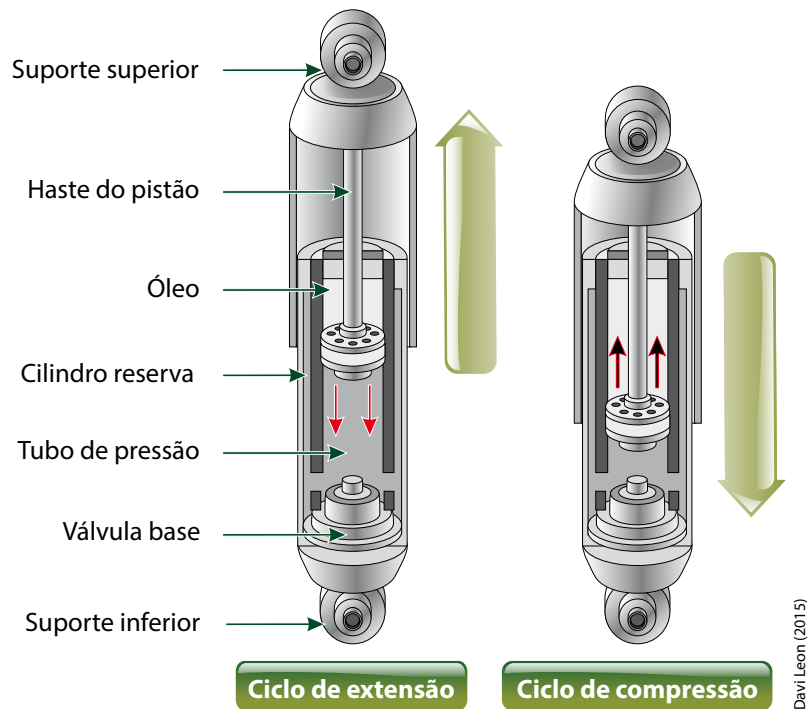


Figura 12 - Estrutura do amortecedor
Fonte: Harris [2015?]

Quando a roda do veículo encontra qualquer tipo de desnível, a mola absorve este impacto por intermédio de sua compressão e distensão, contudo, se não houver um elemento que absorva este movimento, a mola trabalhará continuamente. Isto acontece em função da mola ser um elemento elástico e a força aplicada sobre ela ser devolvida com uma intensidade próxima da força inicial, gerando uma longa sequência de oscilações.

Em função do princípio da resistência hidráulica, o amortecedor diminui as oscilações da mola. Para que isso ocorra, o amortecedor conta um êmbolo na extremidade de sua haste, este êmbolo pressuriza o fluido interno do amortecedor contra a válvula de base que, por meio de pequenos orifícios, permite a passagem do óleo (fluido) entre as câmaras de pressão e reserva do amortecedor, desacelerando a mola.

Conheça, a seguir, os sistemas de articulação e movimento, da qual os amortecedores fazem parte.

3.2.3 COXIM DO AMORTECEDOR

O coxim do amortecedor é estruturalmente composto por uma peça de metal com revestimento de borracha, e em sua parte central possui um rolamento. O coxim fica localizado na parte mais alta do amortecedor (na ponta da haste) e tem a função de fazer a fixação da parte superior da suspensão na carroceria do veículo. Quando as rodas do veículo são esterçadas para realizar uma curva ou uma manobra, todo o conjunto formado pelo amortecedor e mola gira juntamente com as rodas. Desta forma, o coxim é o responsável por manter a fixação contínua do conjunto, e seu revestimento em borracha serve para reduzir ao máximo o atrito entre o próprio componente e a carroceria do veículo. O rolamento interno do coxim existe para permitir que o amortecedor gire com o menor atrito possível em relação ao coxim.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 13 - Coxim do amortecedor
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça

3.2.4 AGREGADO, QUADRO DA SUSPENSÃO OU SUBCHASSI

O agregado é um robusto componente fixado com auxílio de parafusos e buchas de borracha na carroceria ou chassi do veículo. Este importante componente é o responsável por suportar todos os componentes da suspensão. Além disso, em alguns casos também é responsável por segurar o motor, transmissão, caixa de direção entre outros componentes ou sistemas.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 14 - Agregado da suspensão
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça

3.2.5 BRAÇO OSCILANTE

É uma articulação que tem a função de ligar a parte inferior da suspensão na carroceria ou chassi do veículo. A ligação é feita por meio de buchas de borracha na extremidade as quais se integram à carroceria/chassi e terminal esférico na extremidade que é ligada na manga de eixo, permitindo, de forma que a movimentação do braço oscilante absorva os impactos provenientes das irregularidades do pavimento e durante a aceleração e frenagem do veículo.



Phantom1311 (20--?)

Figura 15 - Braço oscilante
Fonte: Thinkstock (2015)

3.2.6 PIVÔS OU TERMINAIS ESFÉRICOS

Também chamado de articulação ou junta esférica, são pinos articulados que prendem a manga de eixo no braço oscilante. Possui o termo esférico em seu nome, visto que seu pino internamente possui uma esfera que permite movimentos angulares, para reduzir a desgaste interno. O pivô possui paredes internas de resina e graxa para lubrificação, e para a proteção possui uma coifa de borracha que impede a saída da graxa e a entrada de resíduos.



adziohciek (20-?)

Figura 16 - Pivô
Fonte: Thinkstock (2015)

3.2.7 BARRA ESTABILIZADORA

Este componente é uma barra de aço cilíndrica que normalmente é fixada diretamente nas duas extremidades dos braços oscilantes ou ainda é ligada aos braços oscilantes com auxílio dos braços tirantes (bieletras). A parte central da barra é fixada na carroceria ou chassi por meio de buchas de borracha ou também por bieletas. A função da barra estabilizadora é reduzir a inclinação lateral do veículo em curvas em função da força centrífuga.



Barra estabilizadora

grtblog (20-?)

Figura 17 - Barra estabilizadora
Fonte: Adaptado de Sharp (2011)

3.2.8 BIELETAS

É uma barra de ferro, aço, liga de metais ou plástico, que pode possuir juntas esféricas ou buchas de borracha em suas extremidades. Sua função é fazer a ligação de forma articulada da barra estabilizadora aos braços oscilantes ou amortecedor do veículo.



RuslanOmega (20--?)

Figura 18 - Bieletras da suspensão
Fonte: Thinkstock (2015)

3.2.9 BATENTES

Em sua maioria são produzidos de borracha, poliuretano ou cellasto² e tem por função limitar o curso do amortecedor, evitando, desta forma, que o êmbolo da haste do amortecedor chegue ao final de curso atingindo a válvula de base e cause danos irreparáveis ao componente.

Podem ser instalados na haste do amortecedor, nas molas, no braço oscilante, etc., dependendo da configuração da suspensão.



istock (20--?)

Figura 19 - Batente da suspensão
Fonte: Adaptado de Thinkstock (2015)

² Tipo especial de borracha sintética.

3.2.10 HASTE DE CONTROLE LATERAL

Também conhecida como barra de Panhard, este componente é uma barra produzida em aço e tem a função de suportar as forças laterais, mantendo o eixo do veículo sem o deslocamento para os lados. Utiliza-se principalmente em suspensões traseiras rígidas (dependente), fixada diagonalmente entre a carroceria e o eixo, por meio de buchas de borracha ou articulação.



RussianOmega (20-71)

Figura 20 - Haste lateral da suspensão
Fonte: Thinkstock (2015)

3.2.11 CONJUNTO MANGA DE EIXO

A manga de eixo é responsável pelo agrupamento dos componentes do sistema de suspensão. Como você leu anteriormente, é na manga de eixo que são fixados: o amortecedor e o pivô, além disso a manga de eixo também recebe acoplamento do terminal de direção (componente que você conhecerá no capítulo sobre sistema de direção), tendo apresentando dessa forma importante função junto às articulações do sistema de suspensão. Na parte central da manga de eixo é localizado o cubo de roda, o cubo é o responsável pela fixação do disco de freio (em alguns casos, ao invés do disco, é fixado o tambor de freio) e da roda do veículo (é nele que estão os parafusos ou furos para os parafusos de roda). Internamente, o cubo de roda possui estrias nas quais fazem o acoplamento da junta homocinética que transmite o torque proveniente da caixa de transmissão do veículo.

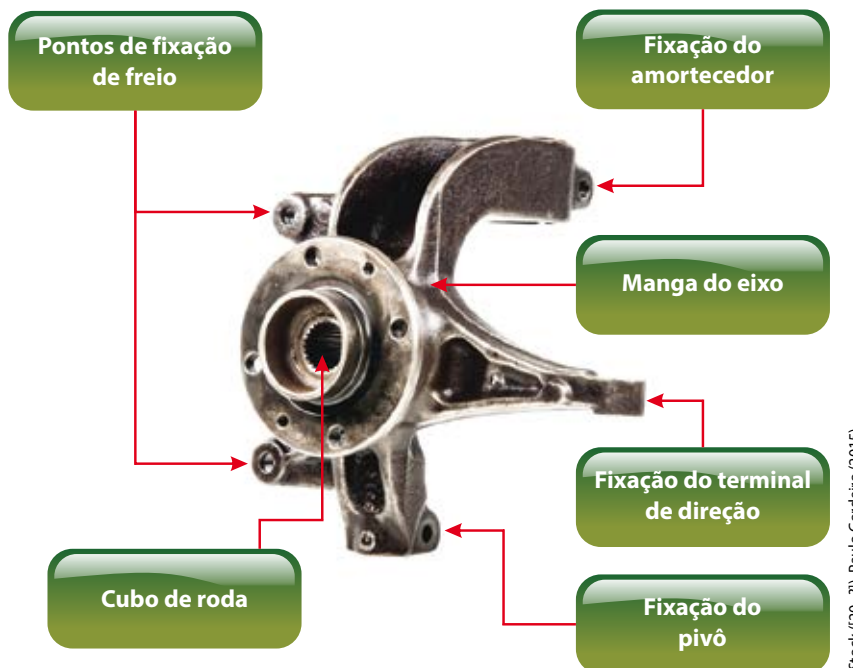


Figura 21 - Conjunto manga de eixo
Fonte: adaptado de Thinkstock (2015)



CURIOSIDADES

Em algumas bibliografias técnicas a manga de eixo é chamada de montante de roda. Como o exemplo da Nissan e a Renault chamam de manga de eixo, já a Volkswagen e a Fiat chamam de montante de roda.

Considerando que enquanto a manga de eixo se mantém estática, apenas realizando movimentos de esterçamento lateral quando o volante de direção é acionado, o cubo de roda gira rapidamente juntamente com a roda do veículo. O cubo de roda e a manga de eixo estão montados concêntricos (o cubo está no centro da manga de eixo). Para tornar possível a rotação do cubo é necessário haver um elemento que reduza ao máximo o atrito entre ele e a manga de eixo, este elemento é o rolamento de roda.

Existem rolamentos blindados ou cônicos. Os rolamentos blindados são lubrificados durante o processo de fabricação e dispensam lubrificação e regulagem posterior à montagem. Já os rolamentos cônicos são desmontáveis, e devem ser lubrificados e regulados no momento da montagem e posteriormente durante os processos de manutenção preventiva.



iStock ([20--?]), Paulo Cordeiro (2015)

Figura 22 - Rolamento, cubo de roda, trava elástica e porca da homocinética
Fonte: adaptado de Thinkstock (2015)



SAIBA MAIS

Para saber mais sobre os conceitos do sistema de suspensão, procure na biblioteca mais próxima o livro "Manual do automóvel" do autor Arias Paz, editora Hemus.

3.3 DIAGNÓSTICO DE FALHAS E MANUTENÇÃO

Até aqui você aprendeu os conceitos sobre o sistema de suspensão e seus componentes. Agora, você conhecerá os processos de diagnóstico e manutenção relacionados ao sistema de suspensão.

MOLAS

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: Luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco, água e sabão (externo).

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

a) analisar perda de pressão, constatar altura irregular;

- b) avaliar desgaste quanto ao uso, constatar altura irregular;
- c) inspecionar quanto quebra, perceber barulhos na suspensão;
- d) checar os componentes do conjunto com o veículo suspenso no elevador;
- e) verificar os calços e pinos dos feixes de molas;
- f) efetuar um teste de diagnóstico na rampa de teste de suspensão.

Procedimento de desmontagem e montagem: Durante a desmontagem e montagem aplique o encolhedor para diminuir a tensão da mola (tirar a pressão da mola). Durante o processo de montagem fique atento ao encaixe da mola na cavidade presente na base do amortecedor ou suporte para mola.

Procedimento de manutenção:

- a) perda de pressão, desgaste quanto ao uso – substituir molas;
- b) apresentar quebra – substituir molas;
- c) apresentar ruídos – estando as molas em bom estado, substituir redutores de ruído (calços de borracha das molas) ou lubrificar molas com graxa (em caso de feixe de molas).

Descarte de materiais: Este componente é metálico e pode ser descartado em cooperativas que recolhem resíduos industriais.

AMORTECEDOR

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) inspecionar possíveis vazamentos no retentor;
- b) inspecionar folgas na haste;
- c) verificar possíveis ruídos;
- d) verificar possível perda de pressão.

Procedimento de desmontagem e montagem: Durante a desmontagem e montagem dos amortecedores aplique a ferramenta específica para a desmontagem da porca que prende o coxim ao amortecedor, evitando assim que esta seja danificada. Antes da instalação realize o procedimento de escorvação³ do amortecedor conforme indicação do fabricante.

³ Procedimento para conglomerar as bolhas de ar na parte superior do amortecedor.

Procedimento de manutenção:

- a) vazamentos no retentor – substituir amortecedor;
- b) folgas na haste – substituir amortecedor;
- c) ruídos – se o ruído for de pequenas bolhas de ar sendo pressionados, escorvar e verificar se o ruído continua, caso continue, substituir amortecedor, se o ruído for semelhante à batidas e somente quando o veículo se desloca, verificar buchas de borracha dos olhais dos amortecedores;
- d) perda de pressão – substituir amortecedor.

Descarte de materiais: Este componente é metálico e pode ser descartado em cooperativas que recolhem resíduos industriais.

COXINS

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) verificar desgaste do rolamento – ruído;
- b) inspecionar desgaste, ressecamento ou ruptura da borracha.

Procedimento de desmontagem e montagem: Remover todos os pontos de fixação do amortecedor à manga de eixo, realizar o desprendimento da torre de suspensão em relação à carroceria, fazer a desmontagem da torre em bancada, encolhendo as molas, fazer a remoção do coxim, para montagem realizar o procedimento inverso. Sempre consulte o manual de reparação do veículo a fim de identificar particularidades que o veículo possa ter.

Procedimento de manutenção:

- a) desgaste do rolamento, desgaste, ressecamento ou ruptura da borracha – substituir coxins.

Descarte de materiais: Este componente possui estrutura metálica e pode ser descartado em cooperativas que recolhem resíduos industriais.

AGREGADO

Armazenamento: Local limpo e seco.

Manuseio: Manual.

E.P.I: Luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: Pano seco, água e sabão (externo).

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) inspecionar possíveis desgastes dos componentes de fixação;
- b) verificar empenamento ou rachadura, devido a pancadas.

Procedimento de desmontagem e montagem: Para remover o agregado todos os componentes fixos a ele devem ser soltos, como braços oscilantes, caixa de direção, calços da transmissão e motor, entre outros.

Procedimento de manutenção:

- a) desgastes dos componentes de fixação – substituir componentes de fixação (parafusos, porcas e buchas de borracha);
- b) empenamento ou rachadura, devido a colisão – substituir agregado.

Descarte de materiais: Este componente é metálico e pode ser descartado em cooperativas que recolhem resíduos industriais.

BRAÇOS OSCILANTES, BUCHAS E TERMINAL ESFÉRICO (PIVÔ)

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco, água e sabão (externo).

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) Verificar possível folga nas buchas – mobilidade dos braços em aceleração e freadas, ruído;
- b) Inspeccionar possível folga no pivô – ruído ao trafegar principalmente em vias com pavimento irregular;
- c) Verificar empenamento ou trinca do braço oscilante.
- d) Verificar possível dano na coifa do pivô.

Procedimento de desmontagem e montagem: Alguns modelos de braços oscilantes de suspensão são fixados por meio de pivôs, parafusos e porcas sextavadas e podem ser removidas com a utilização de uma ferramenta compatível (exemplo: chave ou soquete sextavado, sacador para o pivô, etc.). Devido à variedade de modelos de veículos e, conseqüentemente, de braços oscilantes de suspensão, deve-se seguir as orientações e indicações do manual do fabricante do veículo e/ou componente, para a execução do procedimento. Com o veículo suspenso no elevador e auxiliado por uma alavanca, inspecione o desgaste das buchas e visualmente avalie as condições de conservação da balança. Ainda com o veículo suspenso, verifique o estado de conservação do pivô com o auxílio de uma alavanca, aplicando uma força na articulação do pino esférico, para constatar a possível presença de folga no componente. Este procedimento deve ser executado com atenção e de forma segura. Sempre verifique no manual de reparação do veículo se o fabricante não define valores de tolerância para folga.

Procedimento de manutenção:

- a) folga nas buchas – substituir buchas do braço oscilante;
- b) folga no pivô – verificar possível valor de tolerância definido pelo fabricante, não havendo informação sobre tolerância e apresentar folga, substituir pivô;
- c) empenamento ou trinca do braço oscilante – substituir braço oscilante.
- d) dano na coifa do pivô – substituir pivô.

Descarte de materiais: Os componentes metálicos podem ser descartados em cooperativas que recolhem resíduos industriais, as buchas por serem de borracha devem ser segregadas em coletor para resíduos não recicláveis.

BARRA ESTABILIZADORA E SEUS COMPONENTES DE FIXAÇÃO

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco, água e sabão (externo).

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) inspecionar possíveis rupturas da barra – inclinação elevada do veículo durante as curvas;
- b) verificar possíveis sinais de desgaste excessivo nas extremidades – Barulhos e batidas na suspensão;
- c) inspecionar possíveis folgas ou desgaste nos componentes de fixação – Barulhos e batidas na suspensão.

Procedimento de desmontagem e montagem: Com o veículo suspenso no elevador, verifique o empenamento e o desgaste na barra e a folga nas buchas de fixação, para substituição deve-se remover todos os pontos de fixação da barra, geralmente a barra possui um ponto de fixação em cada extremidade fixos nos braços oscilantes e de 2 a 4 pontos de fixação na parte central da barra junto à carroceria ou agregado.

Procedimento de manutenção:

- a) rupturas da barra – substituir barra estabilizadora;
- b) desgaste excessivo nas extremidades da barra – substituir barra estabilizadora;
- c) folgas ou desgaste nos componentes de fixação – substituir componentes de fixação.

Descarte de materiais: Este componente é metálico e pode ser descartado em cooperativas que recolhem resíduos industriais.

BIELETAS

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) inspecionar possível ruptura da peça – Instabilidade da suspensão e ruído excessivo;
- b) inspecionar possíveis folgas nos terminais esféricos da bieleta ou ruptura das buchas de fixação de borracha – ruído excessivo;
- c) verificar possível empenamento da peça – alinhamento irregular.

Procedimento de desmontagem e montagem: Para remoção, remova todos os pontos de fixação da bieleta. Sempre consulte o manual de reparação do veículo com o objetivo identificar todos os pontos de fixação das bieletas.

Procedimento de manutenção:

- a) ruptura da peça – substituir bieleta;
- b) folgas nos terminais esféricos da bieleta ou ruptura das buchas de fixação de borracha – substituir bieleta;
- c) empenamento da peça – substituir bieleta.

Descarte de materiais: Este componente é metálico e pode ser descartado em cooperativas que recolhem resíduos industriais.

BATENTES E COIFA

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: Pano seco.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) Fragmentação, desgaste ou ressecamento – Barulhos na suspensão, compromete o amortecedor.

Procedimento de desmontagem e montagem: Para substituição deve-se seguir as orientações do manual de reparação do veículo, pois na maioria dos veículos é necessário fazer a desmontagem da torre de suspensão dianteira ou desmontagem da suspensão traseira para substituir a coifa e o batente.

Procedimento de manutenção:

- a) coifa apresentando qualquer tipo de dano (rasgo ou ressecamento) – substituir coifa;
- b) batente apresentando qualquer tipo de dano (desgaste, ressecamento ou fragmentação) – substituir batente.

Descarte de materiais: Por serem de borracha devem ser segregadas em coletor para resíduos não recicláveis.

MANGA DE EIXO, CUBO DE RODA E ROLAMENTO DE RODA

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) inspecionar desgaste do acoplamento do rolamento na manga de eixo – ruídos e trepidação no volante de direção;
- b) verificar desgaste das estrias internas do cubo de roda – ruídos e trepidação no volante de direção;
- c) checar desgaste das roscas de fixação dos parafusos de roda no cubo;
- d) inspecionar empenamento do cubo devido a má fixação no rolamento – ruídos e trepidação no volante de direção, realizar medição de empenamento com relógio comparador;
- e) inspecionar possível falta de lubrificação e regulagem do rolamento de roda – ruídos, vibração do volante de direção e travamento das rodas;
- f) verificar possível ruptura ou quebra do rolamento de roda – ruídos, vibração do volante de direção e travamento das rodas;
- g) inspecionar possível travamento do rolamento de roda – ruído, travamento das rodas.

Procedimento de desmontagem e montagem: Para substituição deve-se seguir as orientações do manual de reparação do veículo, visto que na maioria dos veículos é necessário fazer a desmontagem parcial da torre de suspensão dianteira ou desmontagem do tambor de freio traseiro. Cabe salientar que para rolamentos de roda blindados a maioria dos fabricantes recomenda a prensagem do componente na manga de eixo, bem como a prensagem do cubo de roda no rolamento, dessa forma evitando danos estruturais aos componentes durante a montagem. Sempre verifique no manual de reparação do veículo o procedimento correto a ser executado.

Procedimento de manutenção:

- a) desgaste do acoplamento do rolamento na manga de eixo – substituir manga de eixo e consequentemente do rolamento;
- b) desgaste das estrias internas do cubo de roda – substituir cubo de roda;
- c) desgaste das roscas de fixação dos parafusos de roda no cubo – substituir cubo de roda;
- d) empenamento do cubo devido à má fixação no rolamento no momento da prensagem do cubo no rolamento – substituir cubo de roda e rolamento;
- e) falta de lubrificação e regulagem do rolamento de roda – lubrificar e regular quando possível;
- f) ruptura ou quebra do rolamento de roda – substituir rolamento de roda, avaliar necessidade de substituição do cubo de roda;
- g) travamento do rolamento de roda – substituir rolamento de roda, avaliar necessidade de substituição do cubo de roda e manga de eixo.

Descarte de materiais: Este componente é metálico e pode ser descartado em cooperativas que recolhem resíduos industriais.

**RECAPITULANDO**

Para finalizar, nesse capítulo você aprendeu sobre o sistema de suspensão. Dentro desse contexto, você pôde descobrir que as suspensões são divididas em três grandes grupos, as dependentes, as independentes e as semi-independentes.

Você conheceu todos os componentes dos sistemas de suspensão, incluindo suas características, aplicações e particularidades.

Ao término do capítulo, você aprendeu sobre o diagnóstico e manutenção de cada um dos componentes que integram o sistema de suspensão, de forma também a compreender a relação entre os componentes.

No próximo capítulo, você conhecerá os conceitos sobre pneus e rodas. Continue seus estudos!



Você saberia dizer qual a diferença entre pneu e roda?

O pneu é fabricado de borracha e é o único componente em contato direto com o solo, já a roda é fabricada em aço ou liga de alumínio e é o componente responsável por acomodar o pneu e ligá-lo ao restante do veículo. Esses componentes estão ligados diretamente ao conforto, à estabilidade e à performance do veículo, por isso é importante que você conheça cada detalhe desses dois importantes componentes, aprimorando seus conhecimentos.

Neste capítulo, você conhecerá os pneus e rodas automotivas, tipos e características, estruturas, modelos e tamanhos. Além dos pneus e rodas, você conhecerá como funciona o balanceamento e compreenderá a importância deste processo para o conforto e segurança dos ocupantes do veículo.

Dessa forma, ao finalizar esse capítulo, você será capaz de:

- a) reconhecer os tipos e características das rodas e pneus automotivos;
- b) identificar as principais estruturas das rodas e pneus; e
- c) correlacionar as anomalias com o funcionamento dos componentes.

Bons estudos!

4.1 RODAS

Existem vários tipos de rodas nos automóveis, de diferentes tamanhos, larguras e formas. Cada fabricante tem sua particularidade e característica de construção.

Para quem gosta de personalizar os automóveis, as rodas são opções de acessórios na estética e desempenho, existe um mercado crescente para esse público. Você saberia responder para que serve as rodas dos veículos?

A resposta é que as rodas permitem o deslocamento de um corpo, independentemente de sua massa de forma a evitar o atrito com uma base fixa, suavizando o movimento.

4.1.1 TIPOS E CARACTERÍSTICAS

Os tipos mais comuns no nosso dia a dia são rodas de liga leve e rodas de aço.

As rodas de liga leve, para oferecerem leveza, são produzidas a partir de um aliga metálica de alumínio e, para terem resistência, são adicionados outros metais como o silício. A vantagem desse modelo é o menor consumo de combustível, quando comparado com as rodas de aço. As rodas de liga leve por serem mais leves necessitam menos esforço do veículo. O material entra em um processo de fundição em alta temperatura e depois é derramado em formas e surgem inúmeras variedades e modelos diferentes.



Freeimages ([20-?])

Figura 23 - Rodas de liga leve
Fonte: Freeimages (2015)

As rodas de aço são produzidas por meio de uma estrutura tubular moldada para assentar o pneu. Essa estrutura é denominada aro, uma segunda estrutura formada por uma chapa de aço carbono estampada que é soldada no interior do aro formando a roda. Esse processo impossibilita a variedade de modelos como as de liga leve. Apesar da desvantagem em relação à variedade, as rodas de aço são mais baratas do que as de liga leve e são mais resistentes a impactos, por exemplo, buracos.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 24 - Roda de aço
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça

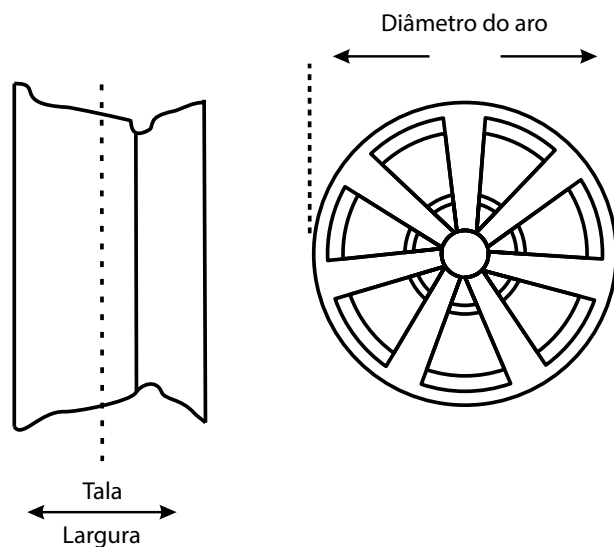
As dimensões de uma roda sempre serão descritas na parte interna ou externa do componente, o primeiro número representa a largura da roda, conhecida como tala⁴, medida de face a face, essa medida é em polegadas ("), depois surgem as letras (ou a letra), que representam o tipo de perfil da borda da roda, a última informação é referente ao diâmetro nominal da roda, que também é medido em polegadas. Estas características são padronizadas conforme normas internacionais.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 25 - Nomenclatura da roda
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça

⁴ Parte do aro da roda sobre a qual se assentam a câmara de ar e o pneu.



Ana Fleck (2015)

Figura 26 - Medidas da roda
Fonte: Entenda seu carro (2015)

Você já ouviu falar em *off-set*?

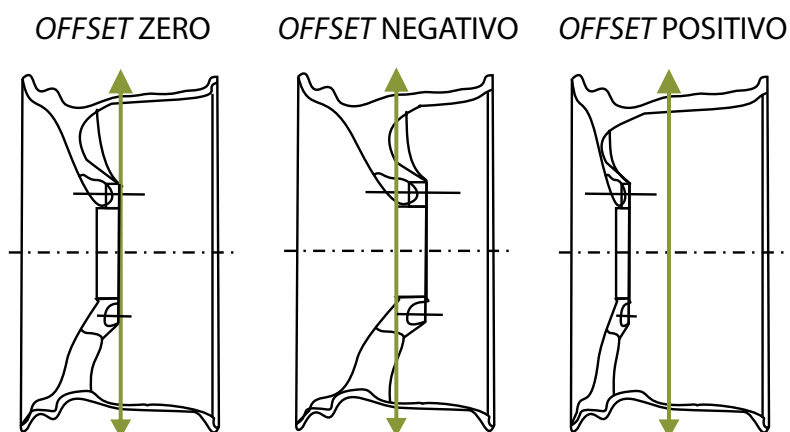
O *off-set* (ET) é a diferença entre a metade da largura da roda e a face de apoio da roda no veículo. Este definirá se a roda ficará mais para dentro ou para fora em relação ao para-lamas do veículo. O *off-set* é medido em milímetros e podem ser de três tipos.

Off-set Positivo: a diferença é maior que zero. A face de apoio é mais interna à roda. Esse *off-set* é mais utilizado em veículos de passeio e pick-ups leves.

Off-set Negativo: a diferença é menor que zero. A face de apoio da roda é mais externa. Este *off-set* é mais utilizado em pick-ups de maior porte e caminhão.

Off-set Zero: no caso de offset zero, a face de apoio da roda será na linha do *off-set*, ou seja, centralizada em relação ao meio do aro.

Na figura a seguir, você verá a diferença entre cada *off-set*, em vista de uma roda cortada ao meio.



Ana Fleck (2015)

Figura 27 - Tipos de *off-set*
Fonte: Carros na Web ([20--?])

4.1.2 ESTRUTURAS

Antes de serem aprovadas para o comércio pelo fabricante e por órgãos certificadores, como o INMETRO, os fabricantes submetem a estrutura da roda a testes de segurança em condições operacionais de um veículo. Além da tração e frenagem, que são as forças resultantes sobre as rodas, existem, também, as forças direcionais e as cargas suportadas pela roda, as quais devem ser absorvidas e distribuídas por todos os elementos que compõe a roda e sua estrutura de maneira a não prejudicar a sua durabilidade ou os outros componentes da suspensão do veículo.

4.2 PNEUS

O pneu é o único componente que está sempre em contato com o solo. Mas, você sabe qual é a sua função?

O pneu possui a função de suportar a carga do veículo, ajudar a suspensão, otimizar o conforto, suportar as acelerações e as freadas bruscas, ter uma resposta eficiente garantindo a dirigibilidade do veículo em todos os tipos de piso e nas mais diversas condições do tempo.

Veja, a seguir, os tipos e características dos pneus e suas vantagens.

4.2.1 TIPOS E CARATERÍSTICAS

Dependendo do uso do veículo terá vários modelos e características específicas, são eles os pneus de uso: *On road*, *Off road* e misto. Além disso, existem diversas marcas e modelos disponíveis no mercado. As diferenças entre as marcas e modelos vão além do *design*, uma vez que apresentam diferentes características construtivas, de aplicação e de qualidade do material empregado. Como exemplo, pode-se citar um pneu macio que apresenta boas características de rodagem com melhor aderência em asfalto seco, menor ruído e maior conforto para os ocupantes, quando comparado aos pneus mais duros.

Os pneus de uso *On road*, ou seja, pneus que são feitos para rodar em estradas pavimentadas, possuem sulcos mais largos que influenciam diretamente no direcionamento e escoamento da água em situações de pista molhada.



Figura 28 - Pneu de uso *On road*
Fonte: Freeimages (2015)

Já os pneus de uso *Off road*, para uso em trilhas, ou em estradas sem pavimento e com grande concentração de lama, pedras ou areia, são pneus com ressaltos elevados que permitem maior aderência nesses terrenos. Além disso, a distância entre esses ressaltos permite o desprendimento de possíveis sujeiras encrostadas, ou seja, auto limpando-se no caso de barro, terra, entre outros. Outra nomenclatura comum para pneus de uso *Off road* é a sigla MT, que significa *Mud Terrain* ou Terreno com Lama.

Os pneus de uso misto ou AT do inglês *All Terrain* ou Todo Terreno são pneus que apresentam características que permitem uma utilização segura tanto em estradas ruins quanto em asfalto.

Você sabia que quando se trata dos sulcos da banda de rodagem existem três tipos de pneus no mercado? São os pneus assimétricos, simétricos e direcionais e você conhecerá as características e vantagens de cada um deles.

a) Modelos assimétricos: são reconhecidos por ter sua banda de rodagem diferente de um lado para o outro, se dividir verticalmente. Esse tipo de pneu sempre terá um lado para ser montado, na parede do pneu terá escrito *outside* ou exterior, *inside* ou interior. Não é recomendado inverter esse lado, porque a borda que fica voltada para o lado de fora do carro é mais reforçada que a parte interna e também porque os desenhos dos sulcos direcionam a água para fora do veículo, o que torna o ato de dirigir em pista molhada mais seguro. As vantagens dos pneus assimétricos são: melhor escoamento da água, baixo ruído e elevado desempenho em pistas molhadas e curvas.

b) Modelos simétricos: são reconhecidos por ter um desenho igual em sua banda de rodagem ao se dividir verticalmente. Além da igualdade dos lados da banda de rodagem, o pneu simétrico geralmente não possuirá as indicações *outside* e *inside* nas paredes informando o lado de montagem ou a direção específica, visto que, em função de sua simetria, este não possui lado de montagem padronizado.

c) Pneus direcionais: são reconhecidos pelo desenho de sua banda de rodagem que direciona com eficiência a água para fora da área de contato do pneu com o solo. Os pneus direcionais apresentam sentido de giro no momento da montagem; portanto, sempre poderá ser notado as indicações de *inside* ou *outside* ou uma seta indicando o sentido de giro do pneu. Sua principal vantagem é em relação à aderência em pista molhada, são os melhores entre os três tipos, uma vez que tem melhor escoamento da água e dissipação de calor mais eficiente em função do formato e maior número e de sulcos, o que direciona o fluxo de ar reduz e colabora para a troca de calor.

Veja um comparativo entre os três tipos de pneus na imagem a seguir, cada modelo possui uma vantagem em relação ao outro, porém em alguns veículos, para não afetar o comportamento durante a rodagem, o fabricante não recomenda alterar o modelo de pneu original do veículo.



Rezulteo (20-?)

Figura 29 - Diferença entre pneu simétrico, assimétrico e direcional
Fonte: adaptado de Rezulteo (2015)



CURIOSIDADES

Segundo ANIP (2013), [...]em 1845, os irmãos Michelin foram os primeiros a patentear o pneu para automóvel. As etapas iniciais de desenvolvimento dos pneus ainda passaram pelo feito do inglês Robert Thompson que, em 1847, colocou uma câmara cheia de ar dentro dos pneus de borracha maciça. Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos, 2013 <<http://www.anip.com.br/?cont=anip>>.

4.2.2 TIPOS DE ESTRUTURAS DE PNEUS

Você já deve ter ouvido falar em pneu Radial e pneu Diagonal, ou em pneu Convencional, não é mesmo? Mas você sabe o que esses nomes significam?

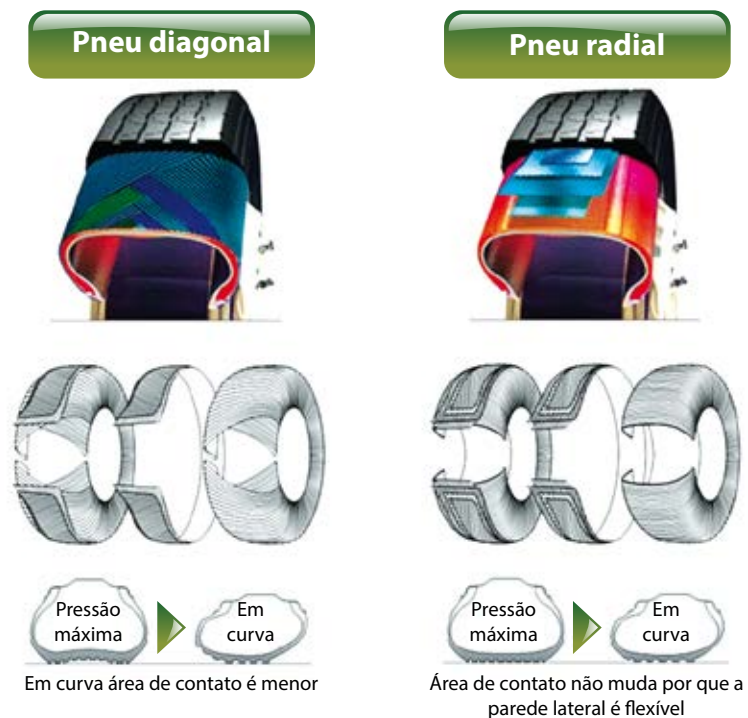
Esses são os nomes dados aos tipos de estruturas dos pneus, que podem ser classificadas em radial e diagonal, o segundo também conhecido como convencional.

O pneu diagonal tem uma carcaça construída de lonas têxteis cruzadas uma em relação à outra.

No pneu radial, a carcaça é construída de uma ou mais lonas e os cordonéis⁵ estão em paralelo e no sentido radial. E a estrutura se estabiliza pelas cinturas sob a banda de rodagem.

Veja, na imagem a seguir, uma comparação da construção interna dos pneus radiais e diagonais.

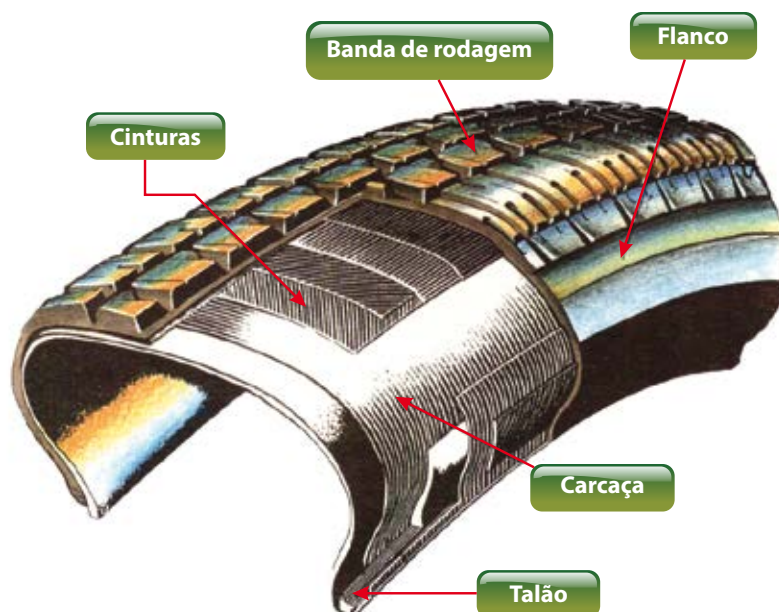
⁵ Conjunto de fios de aço ou de tecido que formam as lonas e cintas que compõe a estrutura de um pneu.



Adaptado de Hankook (2015)

Figura 30 - Diferença do pneu radial e diagonal
 Fonte: adaptado de Hankook (2015)

Cabe salientar que a estrutura de um pneu não é composta somente pela carcaça (radial ou diagonal), mas também por diversas outras partes. Na figura a seguir você pode observar em detalhes.



FIAT (2008), Paulo Cordeiro (2015)

Figura 31 - Estrutura do pneu
 Fonte: Adaptado FIAT (2008)

Em relação à estrutura de um pneu a fabricante FIAT destaca que:

- a) a carcaça é responsável pela resistência do pneu, sua construção é constituída por lonas de poliéster, aço e nylon. Nos pneus radiais, as cinturas complementam a resistência da carcaça;
- b) os talões têm a função de manter o pneu montado ao aro da roda; internamente é composto por resistentes arames de aço;
- c) a banda de rodagem é o responsável pelo contato do pneu com o solo e por isso é composto de borracha de grande resistência a desgaste. Seus sulcos têm a função de escoar a água em caso de condução, em dias de chuva ou pavimento molhado;
- d) os flancos são reforços que protegem a carcaça das lonas, sua construção é feita a partir de uma borracha de grande flexibilidade.

E quanto à identificação dos pneus automotivos, você sabe como identificar? Na lateral do pneu, você encontra uma série de informações como o nome do fabricante, marca e modelo do pneu descrito em letras grandes; da mesma forma como também são descritas as medidas dos pneus, informações de largura, altura (ou perfil), a indicação de construção radial, o diâmetro interno do pneu, entre outras informações.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 32 - Detalhe medidas do pneu
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça

Na figura anterior pode-se observar a seguinte descrição: 195/60R15, mas dentre as medidas citadas anteriormente, a qual delas corresponde cada item desta descrição?

As descrições no pneu segundo BFGoodrichm (2015), significam:

- a) **195**: significa a largura do pneu em milímetros;
- b) **60**: indica a relação entre a altura do flanco e a largura do pneu. No nosso exemplo, a altura do flanco corresponde a 60% da largura do pneu;
- c) **R**: indica que a construção é "Radial". Em caso de pneus diagonais (convencionais) não haverá indicação de letra;

d) 15: define o diâmetro interno do pneu, em outras palavras, o tamanho da roda. Este diâmetro é indicado em polegadas.

Outras informações importantes e que são encontradas nos pneus são o índice de carga e índice de velocidade. O índice de carga é expresso em forma de número e este número define a partir de uma tabela padronizada internacionalmente a carga máxima suportada pelo pneu. Já o índice de velocidade é caracterizado por uma letra, e cada letra equivale a uma velocidade máxima suportada pelo pneu com segurança; estes valores também são padronizados internacionalmente. Confira, na imagem a seguir, como estão impressos no pneu os índices de carga e velocidade.



Evelin Ledtner Bac (2015)

Figura 33 - Detalhe índice de carga e velocidade
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça



**SAIBA
MAIS**

Para mais informações sobre a manutenção de pneus, acesse o site da ANIP - Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos, no seguinte [link](http://www.anip.com.br/?cont=dicasmanutencao): <http://www.anip.com.br/?cont=dicasmanutencao>.

Confira, na tabela a seguir, os índices de carga e velocidade. Lembre-se de substituir os pneus pelo mesmo tipo já utilizado no veículo, de forma que a característica do veículo não seja alterada.

ÍNDICE DE CARGA	PESO EM KG	ÍNDICE DE CARGA	PESO EM KG	ÍNDICE DE CARGA	PESO EM KG	ÍNDICE DE CARGA	PESO EM KG
20	80	55	218	79	437	101	825
22	85	58	236	80	450	102	850
24	85	59	243	81	462	103	875
26	90	60	250	82	475	104	900
28	100	61	257	83	487	105	925

30	106	62	265	84	500	106	950
31	109	62	272	85	515	107	975
33	115	64	280	86	530	108	1000
35	121	65	290	87	545	109	1030
37	128	66	300	88	560	110	1060
40	136	67	307	89	580	111	1090
41	145	68	315	90	600	112	1120
42	150	69	325	91	615	113	1150
44	160	70	335	92	630	114	1180
46	170	71	345	93	650	115	1215
47	175	72	355	94	670	116	1250
48	180	73	365	95	690	117	1285
50	190	74	375	96	710	118	1320
51	195	75	387	97	730	119	1360
52	200	76	400	98	750	120	1400
53	206	77	412	99	775	121	1450
54	212	78	425	100	800	122	1500

ÍNDICE DE VELOCIDADE	VEL. EM KM/H	ÍNDICE DE VELOCIDADE	VEL. EM KM/H
G	90	S	180
J	100	T	190
K	110	Y	200
L	120	H	210
M	130	V	240
N	140	ZR	>240
P	150	W	270
Q	160	Y	300
R	170		

Tabela 1 - Índice de carga e velocidade
Fonte: adaptado de INMETRO (2015)

Em alguns pneus novos podem ter marcas amarelas ou vermelhas nas laterais dos pneus. Essa marcação amarela em formato de ponto significa que esse local marcado é o que tem menor peso no pneu e deve estar alinhado com a válvula (bico) de ar da roda que é o local mais pesado do conjunto pneu e roda.

Já a marcação em formato de ponto vermelho significa que aquele ponto é o mais pesado do pneu e deve sempre ser montado em posição contrária à válvula (bico) de ar da roda.

Você deve estar se perguntando como os pneus remoldados e recapados são fabricados, certo?

Esses tipos de pneus nada mais são do que pneus usados que passaram por alguma reforma, para que voltem a rodar novamente.

a) Pneus remoldados: estes são feitos a partir de pneus usados, selecionados sem avaria na carcaça. Ele é completamente raspado e refeito por completo na parte externa. O pneu passa a ter a marca da empresa que o refez.

b) Pneus recapados: também são feitos a partir de pneus usados em bom estado, sem nenhuma avaria na carcaça e são cuidadosamente selecionados. No processo de recapagem, também conhecido como recauchutagem, é, basicamente, removida a banda de rodagem usada e colada uma nova por cima ou é colada uma banda de rodagem lisa e prensada uma estampa que formam os desenhos na banda de rodagem.

Os pneus recapados são, normalmente, encontrados em carros e também em caminhões.



FIQUE ALERTA

Nunca aceite ou indique o uso de pneus “frisados”, pois estes se referem a pneus que já chegaram ao final de sua vida útil e passaram por um processo de aprofundamento de seus sulcos. Segundo Bosch (2005, p.777), “é ilegal refazer os sulcos da banda de rodagem de pneus para veículos de duas rodas e automóveis de passageiros, para as demais categorias devem ser observadas as prescrições do fabricante”.

4.3 BALANCEAMENTO

O balanceamento é um procedimento feito para obter o equilíbrio entre o conjunto formado pelo pneu e a roda. Para obter a maior performance e durabilidade do pneu, o proprietário deve seguir o plano de manutenção preventiva do veículo. Além disso, o balanceamento deverá ser realizado sempre que trocar os pneus, sentir o volante trepidar, realizar algum tipo de processo de manutenção no pneu ou roda, ou, ainda, conforme orientação de periodicidade do manual do veículo.

Você deve estar se perguntando, por que é importante o equilíbrio entre o pneu e a roda, visto que ambos trabalham juntos? O equilíbrio é bastante importante para manter a integridade dos diversos sistemas que compõe um veículo, visto que as vibrações geradas pela ausência da realização periódica do balanceamento são prejudiciais ao veículo.

O balanceamento das rodas de um veículo tem como finalidade eliminar as vibrações e, conseqüentemente, os múltiplos danos e distúrbios causados por ela. Rodas desbalanceadas significam desgaste precoce dos pneus, rolamentos, amortecedores dos órgãos de direção em geral, soltura ou ruptura dos pinos do sistema elétrico e afrouxamento dos parafusos de fixação da carroceria. (FIAT AUTOMÓVEIS, 2008, p. 62).

Existem dois tipos de desequilíbrios relacionados ao conjunto roda e pneu, o desequilíbrio estático e o desequilíbrio dinâmico. Da mesma forma que o desequilíbrio pode ser estático ou dinâmico, o balanceamento pode ser dividido da mesma forma, visto que o balanceamento é o processo de remoção destes desequilíbrios.

Podemos dizer que uma roda está estaticamente balanceada quando cada ponto da circunferência da roda tiver o mesmo peso do seu ponto oposto e dinamicamente balanceada quando os pontos opostos de cada lado da roda tiverem o mesmo peso. (FIAT AUTOMÓVEIS, 2008, p.63).

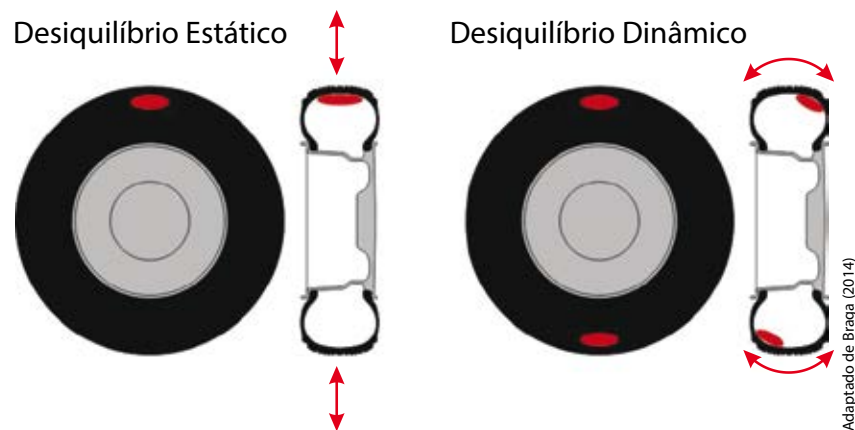


Figura 34 - Desequilíbrio de roda e pneu
Fonte: adaptado de Braga (2014)

Para realizar o processo de balanceamento, é necessário a utilização de um equipamento de balanceamento. Um equipamento muito utilizado nas oficinas é a balanceadora de coluna, na qual o conjunto pneu e roda é fixado ao seu eixo e o equipamento é ajustado para a realização da medida. Neste momento, a máquina recebe informações como: diâmetro da roda, *off-set*, tala da roda e tipo de roda (aço ou liga leve). Com o equipamento devidamente ajustado, a roda com pneu é girada (manualmente ou por meio de motor elétrico em alguns tipos de balanceadoras). Neste momento, serão expressos valores numéricos no visor do equipamento que indicam a necessidade de peso (em gramas) nos lados interno e externo do conjunto pneu e roda, bem como a indicação da posição onde deverão ser fixados os contrapesos. A partir desta informação, o reparador aplicará na roda o contrapeso correspondente à necessidade. A cada inserção de contrapeso a roda deve ser girada novamente, e este processo deve se repetir até que sejam obtidos valores satisfatórios de balanceamento.

Os contrapesos são confeccionados em chumbo e geralmente possuem pesos que variam de 5g a 60g, podem apresentar formato semelhante aos pequenos grampos para serem fixados na borda externa das rodas de aço ou ainda formato retangular com adesivo na parte traseira para ser colado na parte interna das rodas de liga leve.



Figura 35 - Realizando o balanceamento
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça

E, agora, toda vibração de um veículo é proveniente da falta de balanceamento? Esta é uma pergunta que é muito realizada pelos clientes nas oficinas, e a resposta para ela é simples. Vibrações em função da falta de balanceamento são características acima dos 80 Km/h e são sentidas no volante de direção, vibrações em outras faixas de velocidade podem ser originadas por outros fatores, como componentes desgastados do sistema de suspensão ou direção, ou ainda pneus danificados.

4.4 DIAGNÓSTICO E PROCESSO DE MANUTENÇÃO

Quando se trata da manutenção de rodas, deve-se sempre iniciar pela inspeção do componente, o qual deve apresentar amassados que comprometam a vedação do ar do pneu, bem como interfiram no balanceamento. Além disso, não pode haver sinais de rupturas como rachaduras ou trincas em nenhum ponto da roda. Para realizar uma inspeção com qualidade, deve-se sempre desmontar o pneu da roda e efetuar a limpeza da roda utilizando água e sabão. Dessa forma, é possível avaliar todo e qualquer dano que possa haver na parte interna do aro da roda. A desmontagem deve ser realizada em máquina para desmontagem de pneus, sempre tendo atenção para não riscar ou amassar a roda durante o processo. Caso, após inspeção, seja identificado algum dos danos citados anteriormente, deverá ser realizada uma avaliação da intensidade do dano, a fim de definir uma possível correção do problema ou substituição da roda.



CASOS E RELATOS

Manoel o teimoso

Há muito tempo, Manoel está querendo trocar as rodas do seu carro e procurou por vários dias até encontrar as rodas que ele tanto desejava. Franklin, o técnico que fez o curso de manutenção automotiva no SENAI, alertou que era um jogo de rodas originais de outra montadora. Então, não aconselhou que essas rodas fossem instaladas, pois a furação da roda não era compatível com a do cubo do veículo dele.

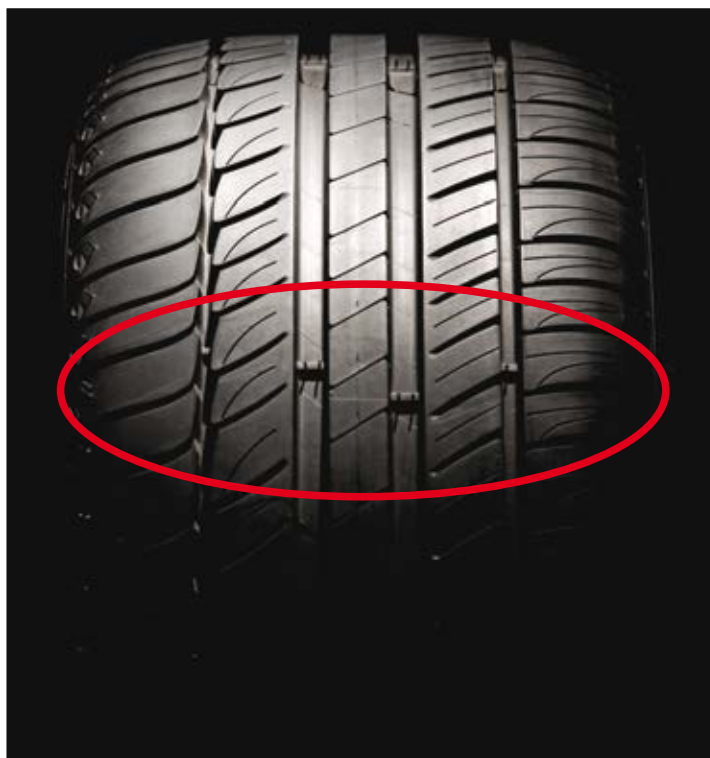
Porém, Manoel muito teimoso, já que tinha gostado muito daquele modelo, não se conformou e foi à procura daquelas rodas.

Depois de mais algum tempo procurando, encontrou o mesmo modelo de rodas em outra loja e, sem pensar duas vezes, pediu para que as instalassem. O montador percebeu que não estava muito certo, mais deu um “jeitinho” e as colocou.

Entretanto, após um período rodando com as novas rodas, Manoel percebeu que um pneu tinha furado e, quando ele foi retirar o parafuso da roda, o parafuso não saía, pois estava muito apertado. Quando conseguiu afrouxar, saiu com muita dificuldade. Após remover a roda, percebeu que tinha uma rachadura pelo lado interno, no furo onde passa o parafuso. Então, Manoel lembrou-se do que Franklin tinha dito, que não era correto colocar esse tipo de roda.

Diante disso, Manoel decidiu ir à loja onde Franklin trabalhava para adquirir as rodas de modelos originais de seu carro, uma vez que estas, certamente, não iriam incomodá-lo.

Já ao tratar sobre pneus, estes sempre devem ser inspecionados quanto ao seu desgaste. Para isto, verifique nos ombros do pneu os pontos de indicação do T.W.I. (*Tread Wear Indicators*), são ressaltos que aparece entre 4 a 8 vezes no pneu, eles indicam o ponto da banda de rodagem que determina o desgaste máximo do pneu. Este ressalto tem 1,6 mm e sempre é localizado nos sulcos da banda de rodagem. Ele determina o momento da troca do pneu apresentando de forma visual o desgaste da banda de rodagem em relação ao ressalto, quando a banda de rodagem atingir o ponto mais alto do ressalto significará que o pneu chegou ao final de sua vida útil.



iStock ([20-7]); Paulo Cordeiro (2015)

Figura 36 - T.W.I. Indicador de desgaste
Fonte: Thinkstock (2015)

Além de inspecionar o desgaste do pneu, outros fatores podem ser verificados e, se constatados, devem levar a substituição do pneu:

- a) presença de bolhas nos flancos do pneu, indicando ruptura da carcaça interna provavelmente por falhas na desmontagem/montagem ou gerado por impacto abrupto durante a rodagem;
- b) desgaste irregular da banda de rodagem, indicando falhas no ajuste de cambagem do veículo;
- c) pontos específicos de desgaste na banda de rodagem, indicando falhas de balanceamento ou que o pneu sofreu travamento excessivo durante uma freada;
- d) vibração e ruído excessivo durante a rodagem, caso todos os componentes do sistema de direção, suspensão, freio e transmissão já tenham sido verificados, deve-se verificar se o pneu não se encontra “torto”, ou seja, com danos em sua carcaça radial, esta não é uma falha visível, o ideal é que seja colocado outro pneu no veículo e seja realizado um teste de rodagem.

Para desmontar ou montar um pneu em uma roda, deve-se sempre observar o manual de reparação da máquina de desmontagem e montagem, visto que existem diferenças de operação dentre as máquinas presentes no mercado. Entretanto, alguns detalhes devem ser salientados:

- a) além da máquina, o processo exige o uso de uma espátula para moldar/forçar/trabalhar a borracha durante o procedimento, esta espátula nunca deve ser apoiada sobre nenhum ponto da roda e sim sobre algum ponto da máquina de desmontagem;
- b) para realizar a desmontagem o pneu deve estar totalmente descolado da roda, para isso realize o destalonamento, que consiste no processo de prensar os talões do pneu de forma a descolar do aro da roda, lembre-se que para realizar este procedimento o pneu deve estar vazio (sem ar);
- c) durante o processo de montagem aplique vaselina nos talões do pneu, este procedimento otimiza a vedação da área de contato entre o pneu e a roda, evitando posteriores vazamentos de ar pelos talões, além facilitar o processo de montagem;
- d) durante a realização do processo de desmontagem ou montagem sempre utilize luvas de pano e ao utilizar a máquina sempre posicione os dedos das mãos para fora da área de contato entre o pneu e a roda, uma vez que, em função da pressão exercida pelo pneu em relação a roda em casos extremos, podem ocorrer até mesmo amputações dos dedos por amassamento durante a montagem.



RECAPITULANDO

Para concluir, nesse capítulo você aprendeu sobre os conceitos relacionados aos pneus e rodas.

Inicialmente, você leu a respeito das rodas, conhecendo seus tipos, características e estruturas.

Em seguida, você pôde aprender sobre os pneus, seus tipos e características, e adquiriu competências para diferenciar as estruturas de um pneu, sabendo se ele é radial ou convencional.

Após conhecer o conceito sobre as rodas e pneus, você pôde compreender a importância do processo de balanceamento que visa equalizar as massas do pneu e da roda de maneira que não haja diferenças de peso em nenhum ponto do conjunto.

Finalizando o capítulo, você conheceu as formas de diagnosticar e reparar pneus e rodas, avaliando a necessidade de reparo ou a realização de substituição de componentes.

No próximo capítulo, você estudará sobre o sistema de direção. Bons estudos!



Você saberia responder qual a função da direção? A direção, acompanhada da caixa de direção, é um mecanismo que transforma o movimento rotativo do volante em movimento retilíneo.

Os veículos utilizam largamente dois tipos de sistema de direção: o sistema pinhão e cremalheira e o sistema setor e rosca sem-fim (que pode ou não ter assistência por esferas recirculantes). Neste capítulo, você conhecerá os dois modelos de caixa de direção.

Você estudará, também, os tipos de servo-assistência mais encontradas nas direções automotivas como a direção hidráulica e a direção elétrica.

Dessa maneira, ao concluir seus estudos, você estará apto a:

- a) reconhecer os sistemas de direção tipo pinhão e cremalheira;
- b) compreender os sistemas de direção tipo setor e sem-fim;
- c) diferenciar os sistemas de direção mecânica, hidráulica e elétrica;
- d) correlacionar as anomalias com os componentes do sistema direção; e
- e) compreender o processo de alinhamento automotivo.

Bons estudos!

5.1 PINHÃO E CREMALHEIRA

Este sistema é amplamente utilizado nos veículos e se constitui de uma carcaça de liga de alumínio e componentes internos lubrificados e protegidos por coifas de borracha.

O pinhão fica localizado junto à árvore ou coluna de direção, acoplado-se a uma haste dentada, chamada de cremalheira. Quando o volante de direção é acionado, o pinhão gira a cremalheira, que comanda as barras axiais de direção, as quais são ligadas às rodas por meio de articulações esféricas. Este conjunto converte o movimento giratório do volante de direção em movimento linear na cremalheira, que por sua vez converte-se em deslocamentos angulares das rodas, proporcionando movimentos independentes da articulação da suspensão.

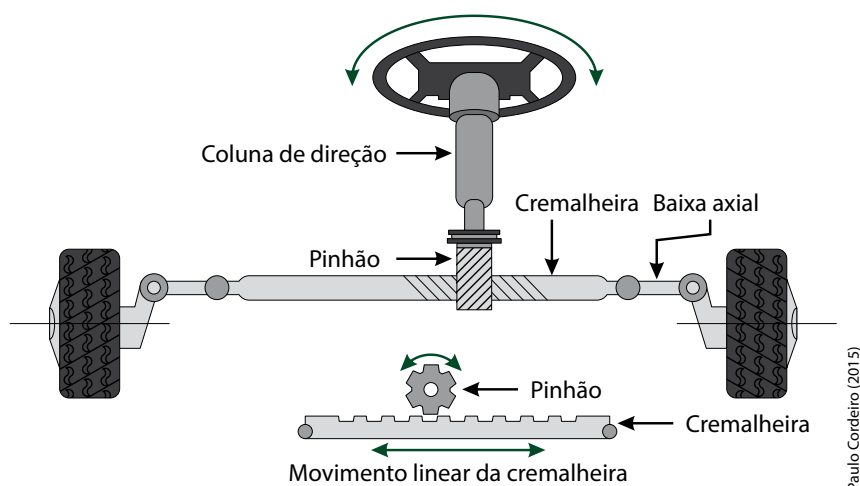


Figura 37 - Princípio básico de funcionamento pinhão e cremalheira
Fonte: Adaptado de SENAI/DN (2012)

Paulo Cordeiro (2015)

5.1.1 MECÂNICA

O funcionamento deste sistema de direção baseia-se no princípio da mecânica chamado atrito. Este atesta que o movimento de arraste entre dois corpos que se tocam durante esta movimentação criam um atrito, geram calor e se dilatam. Funciona como uma engrenagem, com transferência de força pelo contato dos dentes. No sistema de direção mecânica, este atrito é amenizado pela lubrificação dos componentes.

Neste sistema de direção mecânica, as rodas do veículo são controladas por dispositivos e componentes mecânicos que constituem o sistema e todo o esforço para esterçamento⁶ do sistema depende do condutor do veículo. A seguir, você conhecerá os componentes que constituem o sistema de direção pinhão e cremalheira mecânico.

⁶ Ato de direcionar as rodas do veículo para esquerda ou direita.



CASOS E RELATOS

Folga na direção

Sr. Manoel tem seu veículo há bastante tempo e percebeu que existe uma folga muito grande na direção. Assim, resolveu consultar um técnico especialista em caixa de direção. Na oficina, o Sr. Manoel foi informado de que havia um desgaste excessivo no conjunto pinhão e cremalheira, e somente o ajuste da folga não seria o bastante para deixar o veículo em condições normais de rodagem precisando, então, substituir a caixa de direção do veículo.

Após o serviço, Sr. Manoel foi testar o carro com o técnico e eles perceberam que a folga havia desaparecido. Então, o técnico o informou que a folga foi gerada em função do longo período de utilização do veículo e que isso é uma situação normal, visto que a caixa de direção é um componente que sofre desgaste com o passar do tempo, porém, se o veículo tivesse passado por processo de manutenção preventiva no qual fosse realizado o ajuste da folga da caixa de direção, a vida útil da caixa poderia ter sido prolongada. Sr. Manoel ficou satisfeito com o serviço e com a honestidade da oficina e passou a recomendá-la a todos os seus amigos.

Você percebeu que o carro do Sr. Manoel, por não passar por manutenção periódica, sofreu uma folga no sistema de direção? E, para que isto não aconteça, avalie, periodicamente, o estado dos componentes internos e externos e lubrifique.

VOLANTE DE DIREÇÃO

O volante de direção é o primeiro componente deste sistema e o responsável pela movimentação das rodas por meio de outros componentes anexos. O volante pode ser do tipo clássico, esportivo ou futurista, e ainda ter comandos de interatividade com o condutor.

A seguir, você conhecerá outro componente importante deste sistema.

COLUNA DE DIREÇÃO

Este componente é uma haste de aço que recebe o movimento giratório do volante e transmite até a caixa de direção por meio de juntas articuladas, conhecidas como cruzetas ou joelhos. Há alguns modelos de veículos em que a coluna de direção, também conhecida como árvore de direção, fica alojada em um tubo metálico, preso a carroceria.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 38 - Árvore ou coluna de direção
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça

Com o avanço da tecnologia e visando a segurança do condutor do veículo, foi incorporada também a coluna de direção retrátil, que em caso de colisão frontal sofre deformação e impede que o condutor seja atingido pelo volante de direção. A este sistema dá-se o nome de coluna de direção colapsável.

TERMINAL DE DIREÇÃO

Sua estrutura é de aço e possui em uma das extremidades a junta esférica com eixo cônico para fixação na manga de eixo e na outra extremidade uma rosca interna ou externa, para fixação na barra axial da barra de direção.



VladZymovin ((20--?))

Figura 39 - Terminal de direção
Fonte: Thinkstock (2015)

BARRA AXIAL DE DIREÇÃO

Conhecida também como articulação axial de direção ou simplesmente barra de direção, é composta por uma barra cilíndrica de aço com rosca, e articulação em uma das extremidades. Possui em seu entorno uma coifa de borracha para proteção contra impurezas e retenção da fuga de lubrificantes. Este componente da suspensão faz a ligação e transferência de movimento entre a cremalheira da caixa de direção e o terminal de direção.



Evelin Ledhari Bae (2015)

Figura 40 - Barra axial

Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça

CAIXA DE DIREÇÃO

É um conjunto de componentes que trabalham de forma articulada para que o veículo possa ser conduzido. Este conjunto de peças fica dentro de uma caixa metálica (geralmente cilíndrica) de alta resistência. A caixa de direção tem a função de transmitir, por meio da barra e dos braços de direção, a movimentação do volante de direção. É na caixa de direção que é convertido o movimento rotativo da coluna em movimento linear.

5.1.2 SERVO-ASSISTÊNCIA HIDRÁULICA E ELETRO-HIDRÁULICA

O sistema de direção hidráulica tem a sua funcionalidade baseada no sistema de direção mecânica juntamente com princípio de Pascal (quando se aplica uma força a um líquido, a pressão originada distribui-se igualmente em todas as direções, você estudará mais sobre este conceito no capítulo 6 sobre sistemas de freios). O seu funcionamento resume-se na ativação de uma bomba hidráulica acionada por uma polia e uma correia ligada ao motor de combustão interna do veículo, com a rotação a bomba pressuriza o fluido por meio de mangueiras até a caixa de direção. Neste sistema servo-assistido⁷, há uma diminuição considerável do esforço exercido pelo condutor do veículo durante as manobras.

⁷ Sistema de direção mecânica auxiliado por sistemas hidráulicos ou elétricos.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 41 - Direção hidráulica
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça

O sistema de direção pinhão e cremalheira hidráulica conta com diversos componentes. Além dos componentes que você já conheceu no sistema de direção pinhão e cremalheira mecânica (volante, coluna de direção, terminais, barras...), conheça, a seguir, os componentes específicos do sistema hidráulico:

- a) Bomba de fluido:** responsável por gerar pressão e vazão ao sistema hidráulico;
- b) Reservatório:** utilizado para armazenar fluido para o sistema, é o reservatório que alimenta a bomba, essa alimentação geralmente é realizada por gravidade;
- c) Válvula rotativa:** fica alocada junto ao pinhão da caixa de direção, ele é o responsável por direcionar o fluido hidráulico para o lado necessário durante o esterçamento;
- d) Pistão da cremalheira:** para que o sistema hidráulico “empurre” as rodas, deixando a direção mais leve para o condutor, é necessário que haja um elemento mecânico que receba a pressão hidráulica. Esse elemento é o pistão da cremalheira que, ao receber a pressão hidráulica, ele empurra a cremalheira reduzindo o esforço do condutor;
- e) Tubulações (mangueiras) para o fluido hidráulico:** o conjunto de mangueiras do sistema hidráulico é responsável por direcionar o fluido hidráulico por intermédio do sistema. O sistema é composto por mangueiras de baixa e de alta pressão. As mangueiras de baixa pressão são empregadas onde o sistema não conta com pressurização, por exemplo, na alimentação da bomba (feita apenas por gravidade) e na linha de retorno da caixa de direção para o reservatório. Já as mangueiras de alta pressão são aplicadas nos pontos onde o sistema conta com pressão de trabalho elevada como entre a bomba e a caixa de direção;
- f) Válvula de retenção:** é responsável por limitar o fluxo hidráulico que chega na caixa de direção.

O funcionamento do sistema de direção pinhão e cremalheira hidráulica se dá quando o volante de direção é acionado com o motor do veículo em funcionamento. Girando o volante de direção, o movimento giratório é levado até o pinhão com auxílio da coluna de direção, o pinhão possui a válvula rotativa que permite a passagem de fluido hidráulico sob alta pressão para um dos lados do cilindro. Este acionamento possibilita que o sistema deixe o volante de direção mais leve.

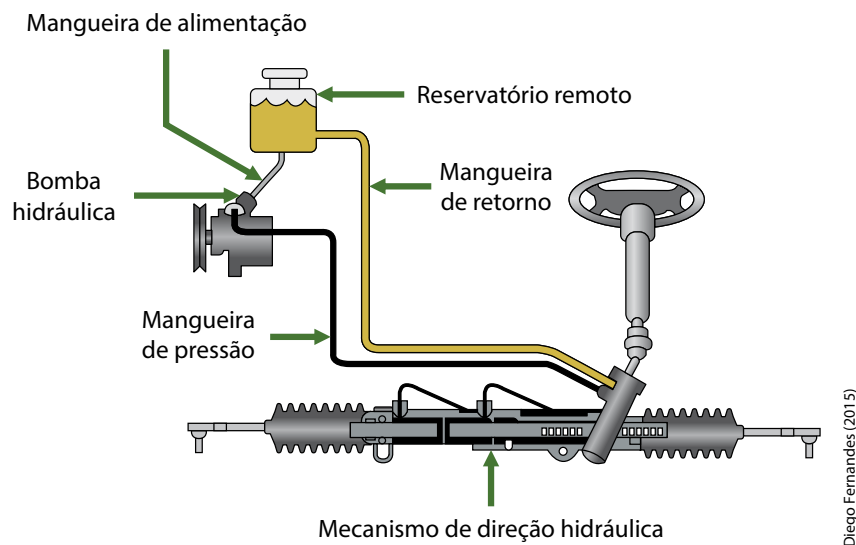


Figura 42 - Mecanismo da direção hidráulica
Fonte: adaptado de SENAI/PE (2011)

Diego Fernandes (2015)

A pressão é gerada por meio da bomba que é rotacionada⁸ pelo motor de combustão interna por meio de uma ligação realizada por polia e correia, e quanto maior a rotação do motor, maior a rotação da bomba e conseqüentemente maior a pressão gerada. Mas espere um momento! Se a bomba aumenta a pressão juntamente com o aumento da rotação do motor, quer dizer que com o veículo andando em alta velocidade com o motor de combustão estando em alta rotação, o sistema de direção ficará extremamente leve? A resposta é não, a caixa de direção conta com uma válvula de retenção. Esta válvula tem sua construção interna cônica e possui uma esfera e uma mola, quanto maior a pressão gerada pela bomba, mais a esfera é empurrada reduzindo o espaço para passagem de óleo para a caixa de direção. Isto garante a progressividade do sistema e eleva a segurança durante a condução do veículo.

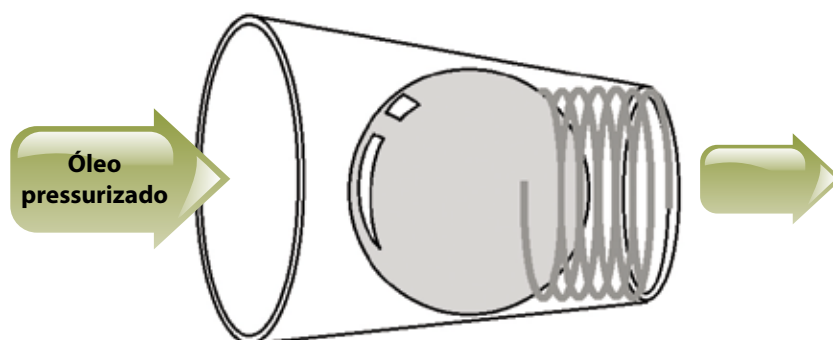


Figura 43 - Válvula de retenção
Fonte: do Autor (2015)

Do autor (2015)

Agora que você compreendeu o funcionamento do sistema de direção pinhão e cremalheira com servo-assistência hidráulica, você está apto a compreender o sistema com servo-assistência eletro-hidráulica.

⁸ Vem de rotacionar, que significa o ato de entrar em rotação.

O princípio de funcionamento do sistema eletro-hidráulico é bastante semelhante ao sistema hidráulico convencional, porém, enquanto no sistema hidráulico o funcionamento da bomba hidráulica depende do motor de combustão interna do veículo, no sistema eletro-hidráulico a bomba é um atuador elétrico gerenciado por uma unidade de controle eletrônica e recebe alimentação da bateria do veículo.

Nos veículos dotados do sistema eletro-hidráulico todos os componentes do sistema são semelhantes ao de direção hidráulica convencional, no entanto, há diferença na bomba que agora é elétrica e não mais acionada mecanicamente por polia e correia. Além da bomba, há diferença também na caixa de direção. Você leu anteriormente que na caixa de direção hidráulica há uma válvula de retenção que limita o fluxo de óleo, o qual chega na caixa de direção fazendo a progressividade do “peso” da direção quando o motor de combustão se encontra com elevada rotação. No sistema eletro-hidráulico, esta válvula de retenção não existe mais e o controle do fluxo de óleo passa a ser realizado pela unidade de controle eletrônico da bomba que, baseado em parâmetros de velocidade do veículo, reduz exponencialmente a tensão elétrica que chega à bomba de forma inversamente proporcional ao aumento da velocidade.

Cabe salientar que, para que os sistemas de direção servo-assistida hidraulicamente atuem, é necessária a utilização de óleo hidráulico adequado, do tipo ATF (*Automatic Transmission Fluid*) com especificação compatível com aquela determinada pelo fabricante do veículo. Esta informação sempre será encontrada tanto no manual do proprietário quanto no manual de reparação do veículo.

5.1.3 SERVO-ASSISTÊNCIA ELÉTRICA

Existem tarefas que podem ser realizadas por sistemas mecânicos, hidráulicos, pneumáticos e elétricos. Para realização de força, normalmente se recorre aos componentes mecânicos e hidráulicos, enquanto que os elétricos e as vezes os pneumáticos são destinados às tarefas de comando e acionamento.

Neste sistema de direção um motor elétrico está acoplado a caixa de direção ou à coluna de direção, auxiliando o movimento da cremalheira ou da coluna e deixando o esterçamento mais leve para o condutor.

Na prática, o sistema de direção elétrica é controlado por uma central eletrônica, acoplada ao motor elétrico. A central eletrônica faz a interpretação das leituras realizadas por um sensor óptico de giro. Nos casos em que o motor elétrico é posicionado na coluna de direção, o sensor fica alojado próximo ao volante de direção, juntamente com a central eletrônica e o motor. Já nos sistemas em que o motor fica alocado no pinhão ou na cremalheira da caixa de direção, o sensor óptico e a central ficam alojados no pinhão da caixa de direção. Esta proximidade entre o sensor, a central e o motor é necessária para que reduza ao máximo o *delay*⁹ entre a leitura do sensor e a atuação do motor. Por meio destas informações, a unidade eletrônica comanda o servo-motor elétrico, proporcionando um auxílio elétrico ao movimento executado pelo condutor do veículo.

9 É um termo técnico que significa o tempo de resposta em sistemas eletroeletrônicos.

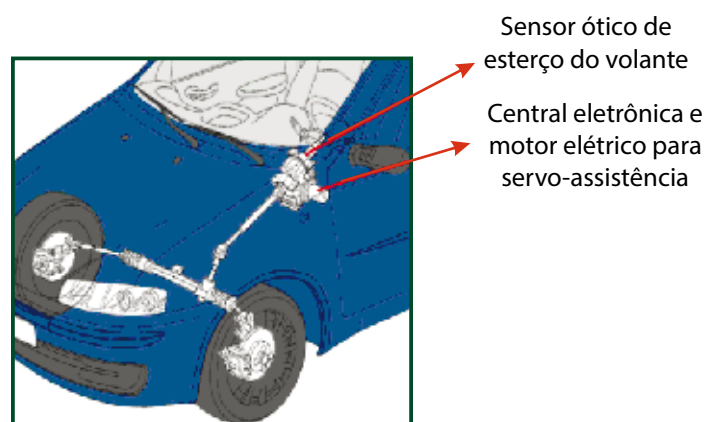
VANTAGENS

É um sistema prático que dispensa a utilização de fluidos, mangueiras, correias e polias. Esse sistema tem mínima produção de ruídos e necessita de mínimo esforço do condutor durante as manobras.

Proporciona economia de combustível, pois não depende diretamente do esforço do motor, melhora o desempenho do veículo, já que consome baixa energia do motor em comparação ao sistema hidráulico. Além do conforto que proporciona, é fato que a energia empregada no sistema será utilizada somente quando necessário e pode ser considerado como ecologicamente correto, devido as suas características.

DESVANTAGENS

O único fator negativo é o fato de que este sistema pode deixar de funcionar durante uma pane elétrica, deixando o volante do veículo pesado. Para amenizar este efeito, alguns fabricantes empregam sistemas de emergência nos quais, no momento em que ocorre uma pane elétrica, o motor elétrico é desacoplado do sistema, mantendo somente o peso do sistema mecânico de direção e não mais o peso dos componentes mecânicos mais o motor elétrico.



adaptado de SENAI/PE (2011)

Figura 44 - Sistema de direção elétrica
Fonte: adaptado de SENAI/PE (2011)

5.2 DIREÇÃO SETOR E ROSCA SEM-FIM (COM E SEM ESFERAS RECIRCULANTES)

O Sistema de direção setor e sem-fim foi desenvolvido para ser uma unidade compacta, montada no chassi ou na carroceria e ligada ao mecanismo de direção do veículo, por meio de um eixo sem-fim ligado a um componente dentado chamado de setor que está ligado ao braço de direção ou Pitman. Este sistema

de direção é amplamente utilizado em veículos utilitários bem como em veículos pesados, em virtude de sua robustez, e pode ser encontrado em versões sem servo-assistência ou com servo-assistência hidráulica. Nos casos de utilização de sistema hidráulico, este ainda é complementado por um conjunto de esferas recirculantes que atuam reduzindo o desgaste interno do setor e do sem-fim.

5.2.1 MECÂNICA

Este sistema de direção compacto fica instalado sobre o chassi ou carroceria do veículo e é constituído de uma caixa de liga metálica, que em seu interior possui peças articuladas as quais transferem o movimento da árvore de direção para as rodas, por meio de barras e braços de direção. No sistema mecânico, todo o esforço para esterçamento depende do condutor do veículo.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 45 - Vista externa da caixa de direção setor e sem-fim mecânica
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça

O conjunto de componentes deste tipo de caixa de direção tem a sua lubrificação realizada por óleo, por meio de uma tampa parafusada. Além de juntas e vedadores para evitar a saída de lubrificantes ou entrada de impurezas que possam prejudicar o seu desempenho. Cabe salientar que a definição do tipo de óleo é baseada no manual de reparação da caixa de direção, não sendo recomendado o uso de óleo não especificado pelo fabricante do componente.

O funcionamento do sistema direção setor e sem-fim mecânico ocorre quando o volante é acionado, a rosca sem-fim percebe o movimento e transmite ao setor por meio de suas engrenagens de aço tratado. Estas engrenagens são lubrificadas constantemente durante a sua movimentação. Para que não haja folga no sistema, a rosca sem-fim possui um diâmetro inferior no centro e maior nas extremidades, e desta

maneira proporcional um ajuste no setor, durante a sua movimentação. Os componentes da caixa de direção têm a sua rotação facilitada por meio da utilização de rolamentos. Este modelo de caixa de direção com setor e sem-fim une-se às articulações que movimentam as rodas por meio de um conjunto de braços de direção.

Veja, a seguir, a imagem da vista interna da caixa de direção setor e sem-fim.

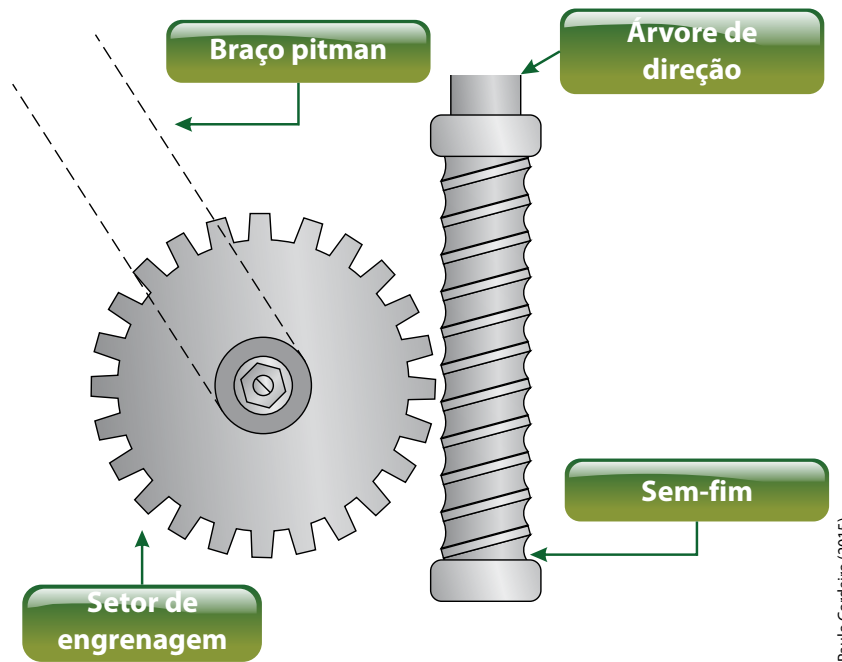
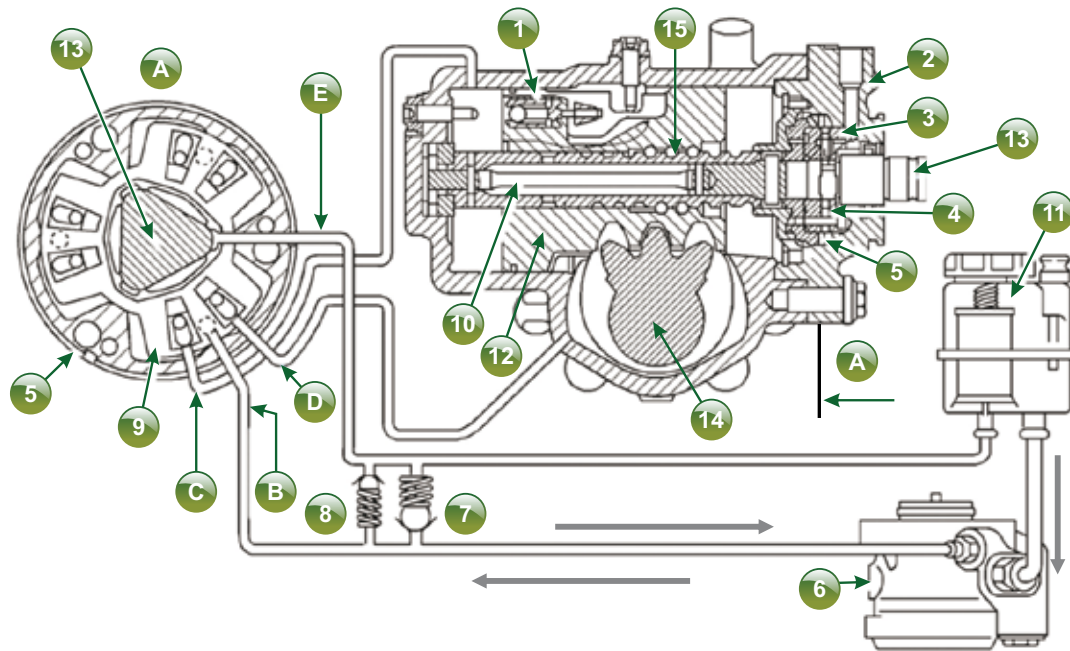


Figura 46 - Detalhe setor e sem-fim
Fonte: do Autor (2015)

5.2.2 SERVO-ASSISTÊNCIA HIDRÁULICA

Da mesma forma que existem diferenças entre os sistemas de direção pinhão e cremalheira com e sem servo-assistência hidráulica, também ocorre no sistema setor e sem-fim. Aqui o objetivo da servo-assistência hidráulica continua sendo a redução do esforço por parte do condutor do veículo. Para isso, há uma lista de componentes bastante semelhante ao do sistema por pinhão e cremalheira, no que diz respeito aos periféricos de acionamento, tais como, volante, coluna de direção, barras de direção, entre outros.

As particularidades se dão principalmente na caixa de direção, ao girar o eixo de entrada com auxílio do volante e da coluna, a resistência encontrada força a torção de uma barra que aciona a válvula que libera a pressão de óleo gerada pela bomba. Esta pressão é auxiliada no movimento de virar as rodas para os lados, pois empurra o êmbolo presente na caixa de direção que está engrenado aos dentes do eixo setor de saída da caixa.



- | | |
|---|--|
| A Válvula estrela; | 7 Válvula de retorno; |
| B Linha de alta pressão; | 8 Válvula reguladora de pressão; |
| C/D Linhas de alimentação das câmaras esquerda e direita; | 9 Rotor da válvula estrela, elemento rotativo responsável pelo direcionamento do fluido hidráulico; |
| E Linha de retorno; | 10 Barra de torção, atua como uma mola de posicionamento; |
| 1 Conjunto de válvulas limitadoras de pressão de final de curso; | 11 Reservatório de fluido hidráulico; |
| 2 Tampa da caixa de direção; | 12 Pistão da caixa de direção; |
| 3/4 Conjunto de travas e vedadores da tampa; | 13 Árvore primária, ligada à coluna de direção; |
| 5 Estator, estrutura interna da válvula estrela; | 14 Eixo setor de saída; |
| 6 Bomba hidráulica; | 15 Sem-fim. |

DaimlerChrysler do Brasil Ltda. (20--7)]Paulo Cordeiro. (2015)

Figura 47 - Direção setor e sem-fim hidráulica
 Fonte: Adaptado de DaimlerChrysler do Brasil Ltda [2015?]



**SAIBA
MAIS**

Para saber mais sobre sistemas de direção hidráulica, procure na biblioteca mais próxima o livro "Manual de tecnologia automotiva", 25 ed., de Robert Bosch, editora Blucher.

O eixo de saída da caixa transmite o movimento para as rodas. O sistema de direção setor e sem-fim com servo-assistência hidráulica é comumente acrescido de um conjunto de esferas recirculantes que atuam reduzindo o atrito entre o sem-fim e a caixa de esferas ou cremalheira de esferas (também conhecida como pistão da caixa de direção), prolongando a vida útil da caixa de direção.

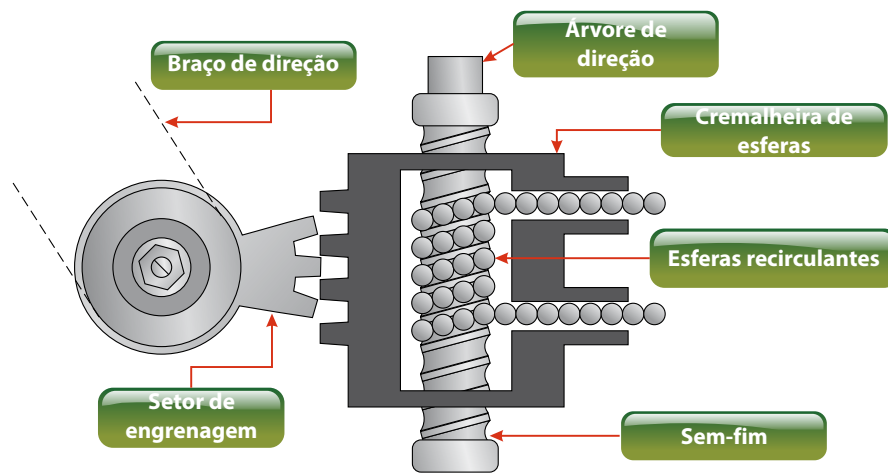


Figura 48 - caixa de direção com esferas recirculantes
Fonte: Nice ([20--?])

5.3 DIAGNÓSTICO DE FALHAS E MANUTENÇÃO

Até aqui você aprendeu os conceitos sobre o sistema de direção e seus componentes. Agora, você conhecerá os processos de diagnóstico e manutenção relacionados ao sistema de direção.

CAIXA DE DIREÇÃO:

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco, água e sabão (externo).

No diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise, inspecionar:

- a) quanto a folgas axiais e radiais da cremalheira;
- b) possíveis vazamentos nas buchas das extremidades da caixa;
- c) possíveis vazamentos nas conexões da mangueiras e tubulações.

Procedimento de desmontagem e montagem: A caixa de direção em muitos veículos é fixada sobre o agregado, para realizar sua desmontagem é necessária a remoção desta do veículo. Em caso de sistemas hidráulicos, deve-se realizar a drenagem do óleo do sistema antes da remoção do componente. Os processos de desmontagem, lubrificação, montagem e ajuste deve ser consultado no manual de reparação do veículo.

Procedimento de manutenção:

- a) folgas axiais e radiais da cremalheira – axiais: ajustar caixa de direção / radial: substituir buchas da caixa de direção ou substituir caixa de direção, conforme manual;

- b) vazamentos nas buchas das extremidades da caixa – substituir buchas da caixa de direção ou substituir caixa de direção, conforme manual;
- c) vazamentos nas conexões da mangueiras e tubulações – verificar se o problema é nas conexões ou nas rosca da caixa de direção, sendo nas rosca, substituir caixa de direção.

Descarte de materiais: Este componente é metálico e pode ser descartado em cooperativas que recolhem resíduos industriais.

BARRAS AXIAIS E COIFAS DE PROTEÇÃO:

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco.

No diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise, inspecionar:

- a) folga na articulação esférica;
- b) possíveis rasgos na coifa;

Procedimento de desmontagem e montagem: para remover barras axiais, é necessário o desprendimento do terminal de direção da manga de eixo e o desprendimento do terminal da barra. Na sequência, deve-se remover a coifa de proteção e com ferramenta especial deve ser removida a barra axial. Para montagem, o processo é inverso deve ser realizado. O procedimento pode variar de veículo para veículo, sempre consulte o manual de reparação.

Procedimento de manutenção:

- a) folga no terminal esférico – substituir barra axial;
- b) rasgos na coifa – substituir coifa.

Descarte de materiais: este componente é metálico e pode ser descartado em cooperativas que recolhem resíduos industriais. A coifa por ser de borracha pode ser descartada em lixeira para coleta seletiva, salvo se estiver contaminada com óleo, neste caso deverá ser considerado resíduo perigoso e destinado na lixeira laranja.

TERMINAIS DE DIREÇÃO:

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco.

No diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise inspecionar:

- a) folga no terminal esférico;
- b) possíveis rasgos na coifa.

Procedimento de desmontagem e montagem: realizar o desprendimento do terminal em relação à manga de eixo utilizando sacador de terminal adequado, retirar o torque da porca trava que fixa o terminal na barra axial, remover terminal. Para montagem realize o procedimento inverso. Sempre consulte o manual de reparação do veículo.

Procedimento de manutenção:

- a) folga no terminal esférico – substituição do terminal de direção;
- b) rasgo na coifa – substituição do terminal de direção.

Descarte de materiais: Este componente é metálico e pode ser descartado em cooperativas que recolhem resíduos industriais.

COLUNA DE DIREÇÃO E CRUZETAS:

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano e óculos.

Limpeza: pano seco.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) inspecionar folga nas cruzetas.

Procedimento de desmontagem e montagem: para remove a coluna de direção é necessária a remoção do volante de direção, remoção de todos os acabamentos do painel que dão acesso à coluna

Procedimento de manutenção:

- a) folga nas cruzetas – substituir coluna de direção.

Descarte de materiais: Este componente é metálico e pode ser descartado em cooperativas que recolhem resíduos industriais.

VOLANTE DE DIREÇÃO:

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I.: luva de pano.

Limpeza: pano seco.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) inspeção de desgaste das estrias internas;
- b) desgaste da empunhadura do volante.

Procedimento de desmontagem e montagem: Deve inicialmente remover o acionamento da buzina e/ou módulo do *airbag*, remover a porca de que fixa o volante na coluna e fazer a remoção do volante, em alguns veículos é necessária utilização de sacador especial para puxar o volante sem gerar danos ao mesmo. Sempre consulte o manual de reparação antes de iniciar o processo de manutenção.

Procedimento de manutenção:

- a) desgaste das estrias internas – substituir volante;
- b) desgaste da empunhadura do volante – em volantes com empunhadura em couro alguns fabricantes sugerem a substituição do revestimento, já em volantes com empunhadura de borracha, substituir volante.

Descarte de materiais: Em sua grande maioria os volantes são confeccionados em metal com revestimento de borracha, em função dessa construção devem ser segregados em lixeira para resíduos não recicláveis.

BOMBA HIDRÁULICA:

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I.: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) testar pressão de trabalho em bancada de teste;
- b) inspecionar possíveis travamentos da polia;
- c) verificar possíveis vazamentos na estrutura da bomba;
- d) checar a presença de ruído durante o funcionamento.

Procedimento de desmontagem e montagem: Remover o óleo do reservatório, remover da bomba a mangueira/tubulação de baixa pressão, remover a conexão da tubulação de alta pressão da bomba, soltar a correia e remove a bomba, para montagem realizar o procedimento contrário, e realizar a sangria da direção hidráulica.

Procedimento de manutenção:

- a) pressão de trabalho baixa – substituir bomba;
- b) travamentos da polia – substituir bomba;
- c) vazamentos na estrutura da bomba – verificar a existência de possíveis elementos de vedação substituíveis, caso contrário, substituir bomba;
- d) ruído durante o funcionamento – ineficiência na alimentação da bomba ou falta de óleo no sistema.

Descarte de materiais: Este componente é metálico e pode ser descartado em cooperativas que recolhem resíduos industriais.

MANGUEIRAS/TUBULAÇÕES DE ALTA E DE BAIXA PRESSÃO:

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) inspecionar a tubulação rígida quanto a avarias e vazamentos;
- b) checar a tubulação flexível de alta e baixa pressão quanto a avarias e vazamentos;
- c) verificar se o sistema possui obstruções na linha, sangrando o sistema.

Procedimento de desmontagem e montagem: As mangueiras/tubulações devem ter suas braçadeiras e parafusos de conexão removidos para sua desmontagem. Durante a montagem, os pontos nos quais há parafusos de conexão devem ter seus anéis de vedação substituídos por novos evitando assim vazamentos.

Procedimento de manutenção:

- a) tubulação rígida com avarias e vazamentos – substituir;
- b) tubulação flexível com avarias e vazamentos – substituir;
- c) obstrução na linha – desobstruir com ar comprimido e realizar sangria do sistema de direção.

Descarte de materiais: Tubulações rígidas são componentes metálicos e podem ser descartados em cooperativas que recolhem resíduos industriais, mangueiras de borracha devem ser segregadas em coletores para resíduos não recicláveis.

5.3.1 SANGRIA DO SISTEMA DE DIREÇÃO HIDRÁULICA

Os sistemas hidráulicos funcionam a partir do princípio de Pascal, que parte da constatação que os líquidos não podem ser comprimidos, diferente do ar, por exemplo, que apresenta compressibilidade¹⁰.

Se junto do fluido hidráulico houver ar, este será comprimido, dispersando a pressão aplicada sobre o fluido. Por esta razão, os sistemas hidráulicos são vedados e precisam ser livres de bolhas de ar. O procedimento de eliminar as bolhas de ar de um sistema hidráulico é chamado de sangria.

Além da questão da compressão do ar, a presença de bolhas no sistema direção impede a lubrificação adequada da bomba hidráulica levando ao prematuro final de sua vida útil.

No sistema de direção hidráulica, a sangria é realizada a partir do movimento giratório do volante de direção, de batente a batente. Observe, a seguir, a sequência para realização do procedimento:

- a) com o motor do veículo desligado, as rodas do veículo fora do chão, o reservatório da direção hidráulica aberto e com nível máximo de óleo realize movimentos giratórios no volante de batente a batente, sem paradas intermediárias;
- b) observe que bolhas de ar surgirão no reservatório enquanto o nível do óleo baixa, mantenha o nível sempre no máximo durante o procedimento, repondo o óleo sempre que necessário;
- c) com o motor do veículo ainda desligado, repita o procedimento de esterçamento do volante até que o nível do óleo pare de baixar;
- d) com o volante em posição centralizada, ligue e desligue o motor do veículo rapidamente 1x, com isso é gerada pressão no sistema de direção;
- e) caso necessário complete o nível de óleo até a medida máxima;
- f) ligue o motor do veículo e repita o procedimento de esterçamento de batente à batente até que não ocorra mais a baixa do nível do óleo do reservatório.

Alguns fabricantes recomendam que após o escoamento do óleo velho do sistema de direção e antes de realizar a colocação do óleo novo e realização da sangria seja feita uma limpeza no sistema utilizando álcool isopropílico (pois este tem rápida volatilização e não deixa resíduos). Certamente, antes de realizar qualquer procedimento, sempre consulte o manual de reparação do veículo a fim de garantir a realização de um trabalho de qualidade.

5.4 ALINHAMENTO

Como você pôde perceber até agora, o sistema de direção é constituído de diversos componentes e este conjunto é responsável pelo direcionamento do veículo durante a condução. Você deve imaginar que para um veículo manter a trajetória necessária e garantir um direcionamento preciso e seguro, o sistema de direção deve estar devidamente alinhado. Ao longo deste subcapítulo, você conhecerá o processo de alinhamento de direção, incluindo todos os ângulos e ajustes necessários para garantir uma condução precisa e segura.

10 Capacidade de ser comprimido.

Este alinhamento é determinado pelo fabricante do veículo, com o intuito de proporcionar melhor dirigibilidade e otimização do grau de esterçamento das rodas. Caso ocorram alterações nas especificações de alinhamento do veículo, devido a impactos, trepidação, desgaste ou substituição de componentes, como caixa de direção, terminais, barra axial, entre outros, poderá ocorrer alterações no comportamento do veículo e ainda comprometer a banda de rodagem dos pneus.



wathanyu ([20--?])

Figura 49 - Veículo realizando o alinhamento
Fonte: Thinkstock (2015)

5.4.1 ÂNGULOS DE ALINHAMENTO

Os ângulos fundamentais e as linhas de identificação fazem parte do projeto de todos os veículos e tem por finalidade distribuir favoravelmente o peso sobre as rodas, facilitando a divisibilidade e obtendo melhor performance. Considere, a seguir, os ângulos de alinhamento utilizados para realizar o alinhamento do sistema de direção.

CONVERGÊNCIA E DIVERGÊNCIA

A convergência é o ajuste das rodas direcionadas, de modo que fiquem mais fechadas na extremidade dianteira do que na traseira.

Já a divergência é a condição oposta à convergência, as rodas ficam mais abertas na extremidade dianteira do que na traseira, e podem causar desgaste irregular com formato serrilhado na banda de rodagem dos pneus.

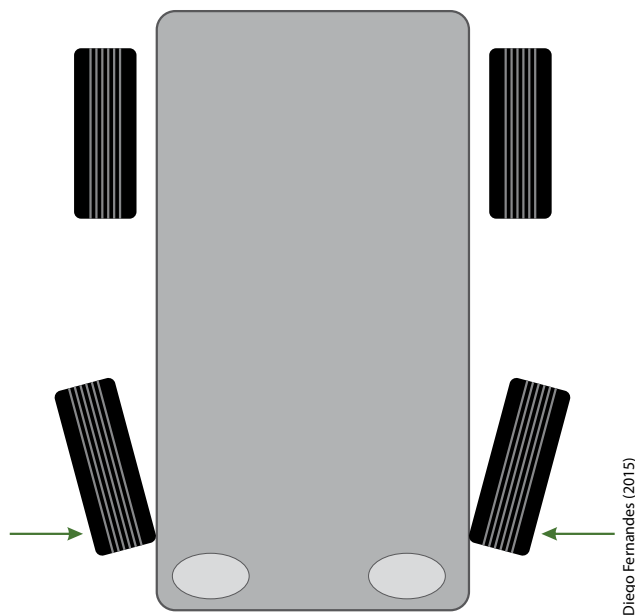


Figura 50 - Convergência
Fonte: ABRAPNEUS/SICOP; SINDIREPA/SP (2009)

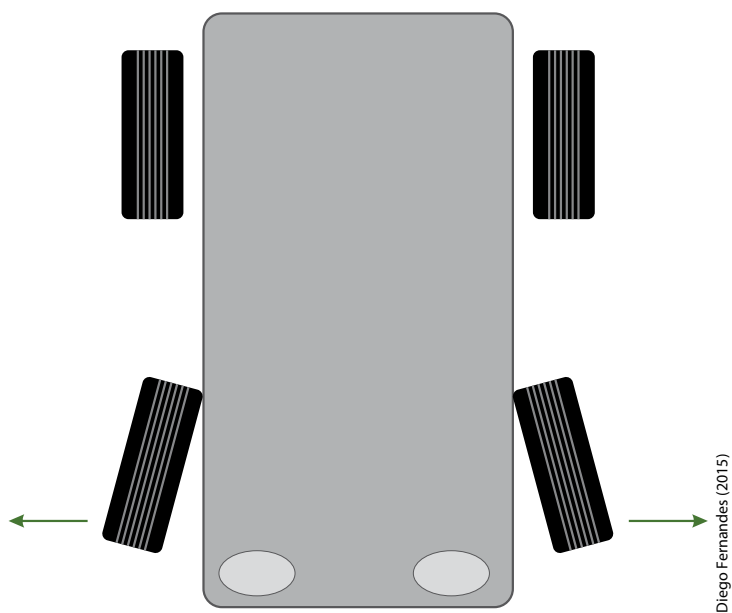


Figura 51 - Divergência
Fonte: ABRAPNEUS/SICOP; SINDIREPA/SP (2009)

A convergência e a divergência podem ser medidas de forma angular ou linear, sendo a medida angular realizada em graus em relação à linha geométrica central do veículo e a medida linear realizada em milímetros em relação à borda da roda. Estas medidas têm o objetivo de fazer com que as rodas mantenham-se paralelas com a trajetória, quando o veículo está em movimento, evitando, desta maneira, que se tenha um desgaste prematuro nas laterais dos pneus.

DIVERGÊNCIA NAS CURVAS

Durante uma curva, a roda interna à curva deverá esterçar mais do que a externa, produzindo a divergência necessária para efetuar esta curva com segurança. Após a execução da curva, o estado de divergência deve cessar, retornando ao paralelismo especificado. Se o ângulo de giro especificado para a roda interna estiver fora das recomendações, os quatro pneus sofrerão um desgaste prematuro durante a execução de curvas.

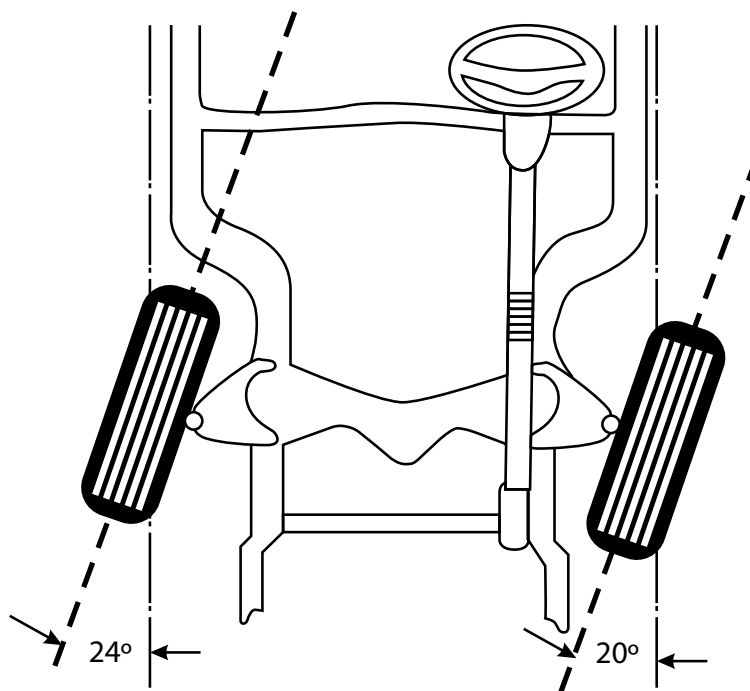
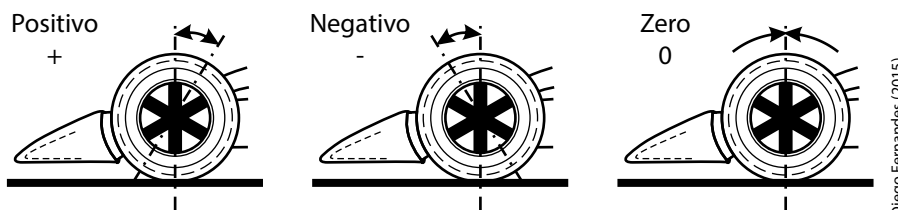


Figura 52 - Divergência nas curvas
Fonte: ABRAPNEUS/SICOP; SINDIREPA/SP (2009)

CÁSTER

O cáster é o ângulo de inclinação do conjunto de suspensão em relação ao plano vertical, ou seja, é traçada uma linha imaginária que se inicia no coxim superior do amortecedor a qual segue via amortecedor, manga de eixo, pivô até chegar ao chão. Esta inclinação, quando está para frente é negativa, e quando está para traz, é positiva, caso seja vertical, será considerada nula. É responsabilidade do cáster manter a estabilidade direcional do veículo.



Diego Fernandes (2015)

Figura 53 - Câster

Fonte: ABRAPNEUS/SICOP; SINDIREPA/SP (2009)

**CURIOSIDADES**

Você sabia que o ângulo do câster é responsável por fazer o volante retornar à posição central após uma curva e, caso este esteja nulo, o retorno não ocorrerá.

Quando o câster está fora das especificações estabelecidas podem incidir alguns fatores, os quais serão elencados na sequência.

POUCO CÂSTER OU NENHUM (NULO)

Deixa a roda bamba, causando desgaste excessivo na banda de rodagem do pneu em pontos localizados, influencia negativamente na estabilidade da direção em velocidade elevadas, reduz o esforço para esterçamento do volante em baixa velocidade.

CÂSTER DESIGUAL

Tende a perfazer com que a roda puxe para o lado, causando um desgaste irregular da banda de rodagem do pneu e ocasionando dificuldades em freadas bruscas. É considerado desigual valores superiores à $\frac{1}{2}$ grau de diferença entre os lados.

CÂSTER EXCESSIVO EM RELAÇÃO AO PADRÃO DEFINIDO PELO FABRICANTE

Determinará um desgaste total e prematuro da banda de rodagem do pneu, pode gerar vibrações em alta velocidade, aumenta o esforço para esterçamento das rodas em baixa velocidade e eleva a estabilidade direcional em alta velocidade.

Quadro 6 - Parâmetros do câster

Fonte: ABRAPNEUS/SICOP; SINDIREPA/SP (2009)

CÂMBER

O câmber é a inclinação da parte superior da roda, tanto para dentro quanto para fora, em relação à outra roda do mesmo eixo. O câmber pode ser encontrado em três tipos: negativa, é quando as partes superiores das rodas estão mais próximas umas das outras; neutra, é quando as rodas se encontram perpendiculares ao solo, não apresentando ângulo; e positiva, que é o afastamento da parte superior das rodas. O câmber pode ser medido em graus ou milímetros.



Ana Fleck (2015)

Figura 54 - Cambagem ou câmbio
Fonte: Adaptado de Costa ([20--?])

A função do câmbio é dispor o peso do veículo sobre a banda de rodagem dos pneus de maneira uniforme, evitando, assim, o seu desgaste irregular. Os desgastes irregulares nos ombros dos pneus são geralmente atribuídos a regulagens incorretas do câmbio.

CAMBER NEGATIVO	Faz a projeção do ponto de aplicação do peso do veículo para a extremidade do eixo da roda, causando um efeito de alavanca e gerando uma instabilidade vertical e fadiga, tanto no eixo, como nos demais componentes da suspensão e ainda um desgaste prematuro no ombro interno dos pneus.
CAMBER POSITIVO	Faz a projeção do ponto de aplicação do peso do veículo para a parte interna do eixo da roda, diminuindo o efeito de alavanca e aumentando a estabilidade vertical do veículo.
CAMBER DESIGUAL	Quando não dispuser de especificações do fabricante do veículo, necessita de tolerância máxima para uma diferença de $\frac{1}{2}$ (meio) grau de câmbio lado a lado. O veículo terá tendência a inclinar (puxar) para o lado da roda que estiver com o ajuste de câmbio mais positivo.

Quadro 7 - Parâmetros de câmbio
Fonte: ABRAPNEUS/SICOP; SINDIREPA/SP (2009)

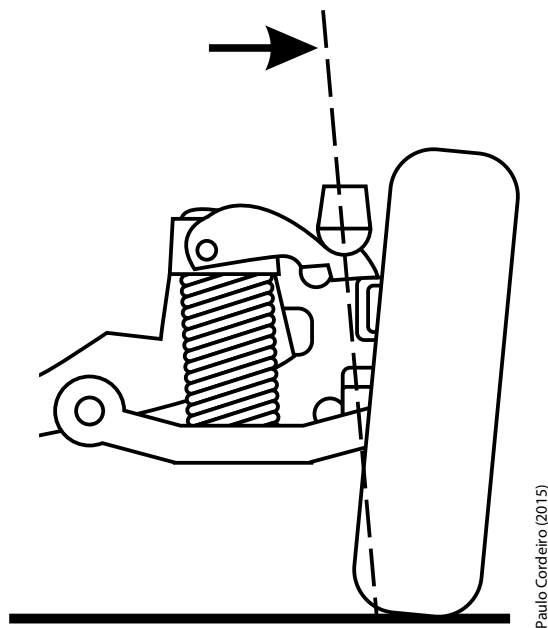
KPI/SAI

É o ângulo desenvolvido pela linha que cruza o eixo de giro e a vertical natural, visto a roda de frente.

O KPI¹¹/SAI é um ângulo que não é medido diretamente, mas sim com um giro pré-determinado das rodas dianteiras. Obtém-se mais precisão quando o giro for simétrico em relação à linha direcional do eixo traseiro.

Este método contribui com a estabilidade da direção, pois determina que as rodas mantenham uma trajetória retilínea, diminuindo os efeitos dos obstáculos no volante de direção. O ângulo KPI/SAI tolera que sejam utilizados ângulos de caster menos positivos, facilitando a dirigibilidade do veículo, sem alterar a estabilidade do sistema de direção.

11 Do inglês *King Pin Inclination* ou Inclinação do pino mestre.

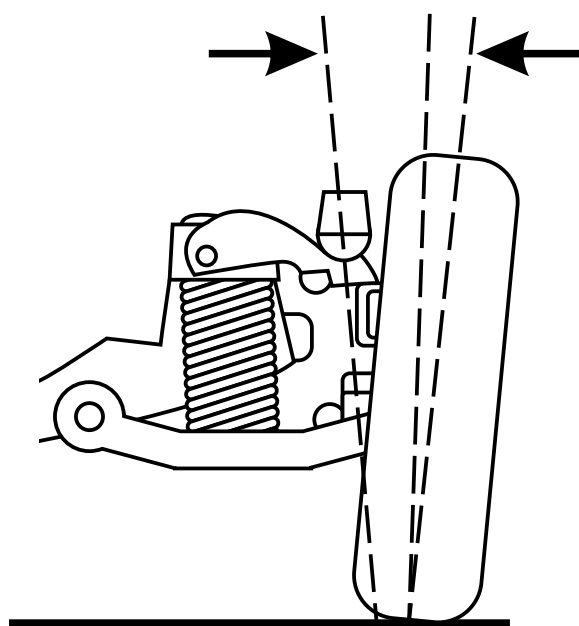


Paulo Cordeiro (2015)

Figura 55 - KPI/SAI
Fonte: ABRAPNEUS/SICOP; SINDIREPA/SP (2009)

ÂNGULO INCLUSO

É o somatório dos ângulos *KPI/SAI* e *câmbier*. É composto pelo eixo de giro e o eixo geométrico da roda. A diferença máxima tolerável do ângulo incluído de uma roda em relação a outra é de 1,5 grau. Quando o ângulo do *câmbier* é alterado, altera-se também o ângulo incluído.

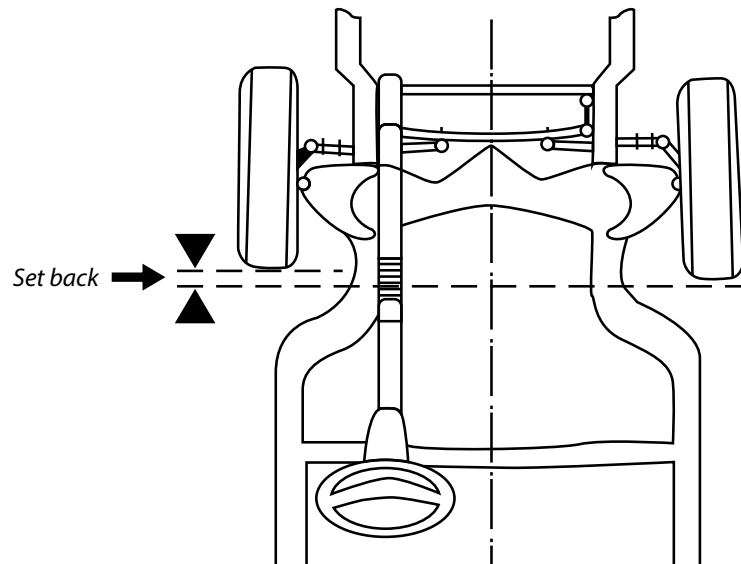


Paulo Cordeiro (2015)

Figura 56 - Ângulo incluído
Fonte: ABRAPNEUS/SICOP; SINDIREPA/SP (2009)

SET BACK

Set back é a diferença coaxial dos eixos e traduz a distância que uma roda está recuada (atrasada) em relação a outra.



Diego Fernandes (2015)

Figura 57 - *Set back*

Fonte: ABRAPNEUS/SICOP; SINDIREPA/SP (2009)

O ângulo de *set back* é medido em graus e está estabelecido entre a linha geométrica central e a perpendicular da linha do eixo dianteiro. Quando a roda esquerda está à frente da direita, classifica-se como *set back* positivo e quando a roda direita está a frente da esquerda, a classificação é *set back* negativo.



**FIQUE
ALERTA**

Ângulos de *set back* superiores a mais ou menos $\frac{3}{4}$ (três quartos) de grau, podem influenciar na instabilidade do veículo durante as frenagens e também fazer com que o veículo incline (puxe) para o lado da roda atrasada.

RAIO DE GIRO

O raio de giro compreende a distância entre o ponto de contato do pneu com o solo e a projeção do eixo direcional.

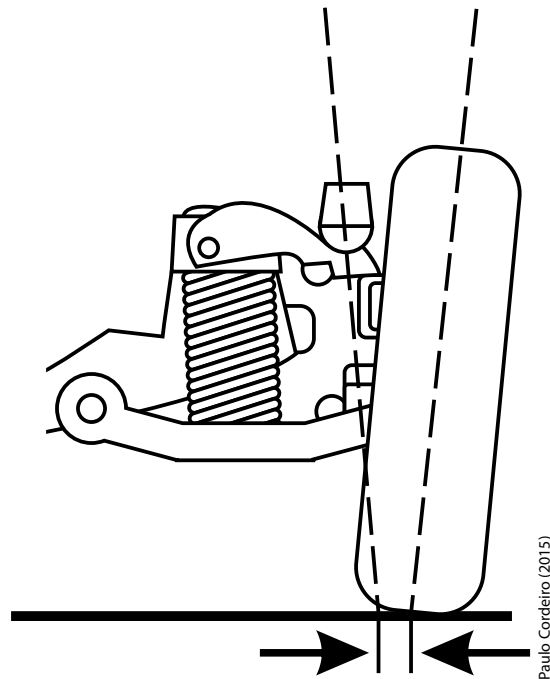
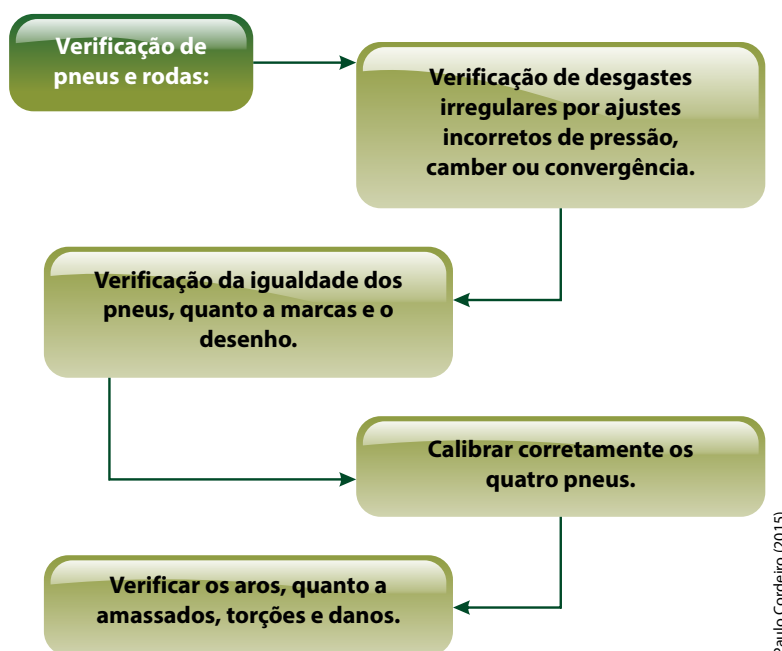


Figura 58 - Raio de giro

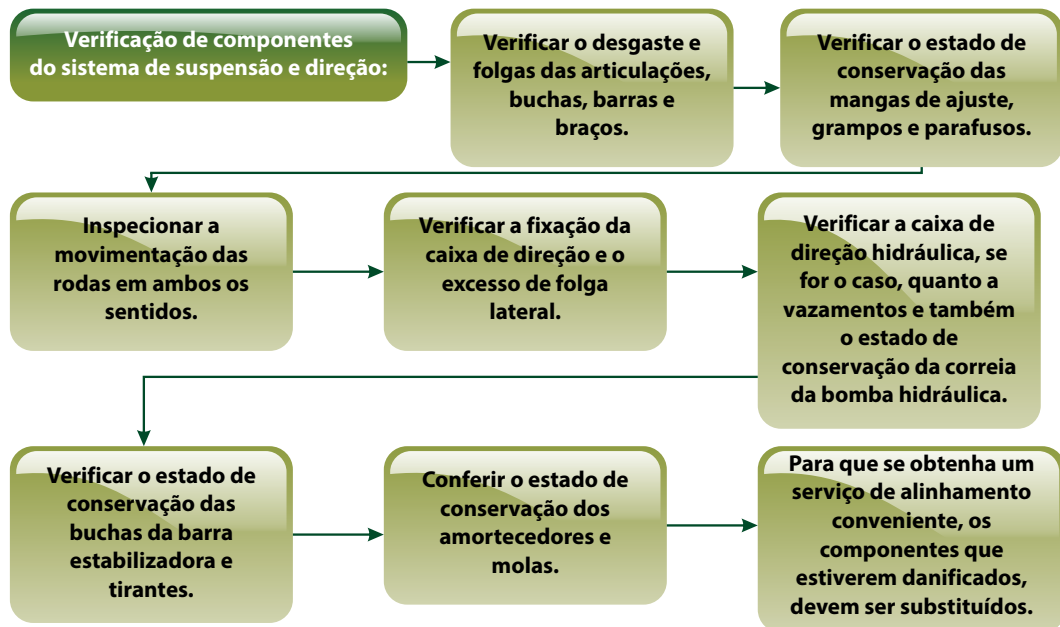
Fonte: ABRAPNEUS/SICOP; SINDIREPA/SP (2009)

PROCESSO DE ALINHAMENTO DA DIREÇÃO

Conheça, a seguir, as etapas do processo de alinhamento do sistema de direção, iniciando pela preparação para o processo.

Figura 59 - Fluxograma verificação de pneus e rodas
Fonte: Adaptado de ABRAPNEUS/SICOP; SINDIREPA/SP (2009)

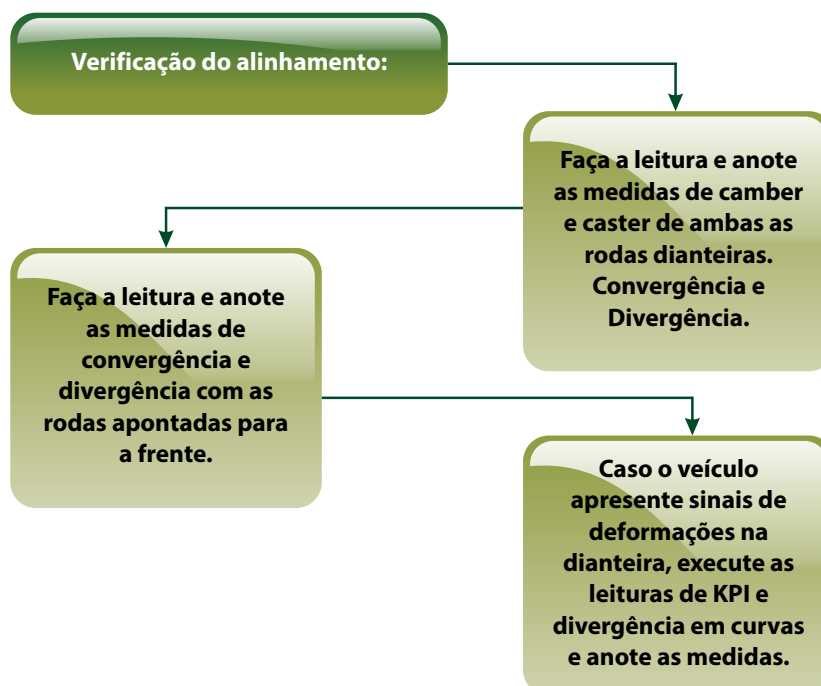
Após verificar o estado dos pneus e rodas, deve ser realizada a verificação de todos os componentes dos sistemas de suspensão e direção do veículo.



Paulo Cordeiro (2015)

Figura 60 - Fluxograma verificação de componentes dos sistemas de suspensão e direção
Fonte: Adaptado de ABRAPNEUS/SICOP; SINDIREPA/SP (2009)

Finalizando a verificação dos componentes, é necessário realizar as verificações dos ângulos para posteriormente realizar os ajustes.



Paulo Cordeiro (2015)

Figura 61 - Fluxograma verificação do alinhamento
Fonte: Adaptado de ABRAPNEUS/SICOP; SINDIREPA/SP (2009)

Na sequência da verificação dos ângulos e de fazer o registro dos valores, deve-se proceder com as seguintes etapas de diagnóstico.

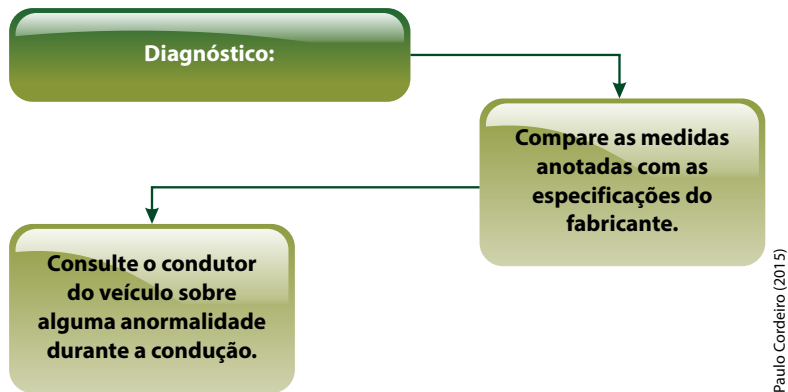


Figura 62 - Fluxograma diagnóstico
Fonte: Adaptado de ABRAPNEUS/SICOP; SINDIREPA/SP (2009)

Após realizar as constatações sobre o alinhamento realize os ajustes necessários.

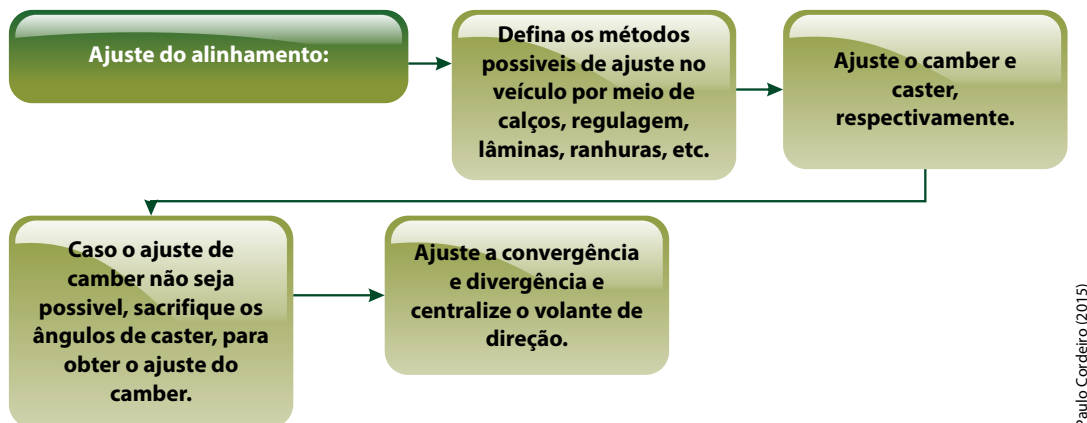


Figura 63 - Fluxograma ajuste do alinhamento
Fonte: Adaptado de ABRAPNEUS/SICOP; SINDIREPA/SP (2009)

Ao finalizar a etapa de ajustes, deverá ser realizado o teste de rodagem com veículo objetivando a verificação de possíveis anomalias remanescentes do processo de alinhamento.

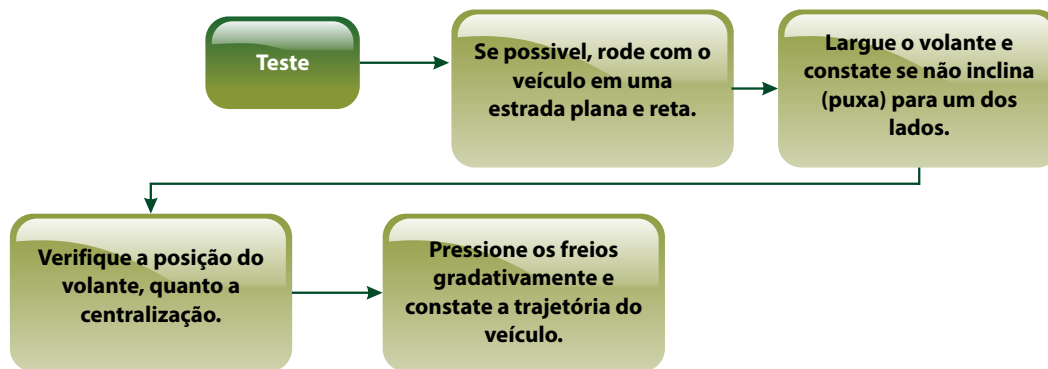


Figura 64 - Fluxograma teste
Fonte: Adaptado de ABRAPNEUS/SICOP; SINDIREPA/SP (2009)

Lembre-se de que durante processo de alinhamento são necessários alguns cuidados, conforme você pode observar na sequência.

- durante os procedimentos de alinhamento, utilize os EPIs compatíveis com a atividade (luvas de tecido, óculos de proteção e calçados adequados);
- ao retirar o aperto ou aplicar torque as porcas de regulagem, certifique-se sobre o encaixe correto da ferramenta, caso contrário, poderá ocorrer a soltura da ferramenta e causar um acidente de trabalho;
- previna-se contra qualquer tipo de resíduo que possa cair sobre você durante o processo de alinhamento.



RECAPITULANDO

Concluindo, você adquiriu conhecimentos sobre os sistemas de direção, este sistema que é tão importante para a condução segura do veículo. Você aprendeu sobre o sistema de direção do tipo pinhão e cremalheira, o qual é amplamente utilizado em veículos leves, além de estudar as diferenças existentes entre os sistemas mecânico, hidráulico, eletro-hidráulico e elétrico.

Após conhecer os sistemas pinhão e cremalheira, você aprendeu sobre o sistema de setor e rosca sem-fim, com e sem esferas recirculantes, mecânico e com servo-assistência hidráulica.

Finalizando o capítulo, você conheceu sobre o diagnóstico de falhas e manutenção dos componentes do sistema de direção, além dos procedimentos de sangria do sistema de direção hidráulica e alinhamento.

Avance para o último capítulo do seu livro didático sobre sistemas de freio. Bons estudos!



O freio é um dos componentes mais importantes no veículo, pois do que adianta um veículo ter potência e andar rápido, se não consegue reduzir a velocidade e parar com eficiência, não é mesmo?

Por isso, com o passar do tempo, as novas tecnologias vêm ganhando espaço no setor automotivo, e com o sistema de freio não é diferente.

Os freios podem ser encontrados de diversas formas como, o freio a disco, o freio a tambor. Para que tudo funcione perfeitamente e você tenha conhecimento sobre os procedimentos relacionados aos sistemas de freios, você conhecerá neste capítulo todos os detalhes de cada componente, dicas de reparação, equipamentos e instrumentos mais comuns utilizado nos sistemas de freio e a manutenção de cada sistema.

Ao final deste capítulo, você também estará apto a:

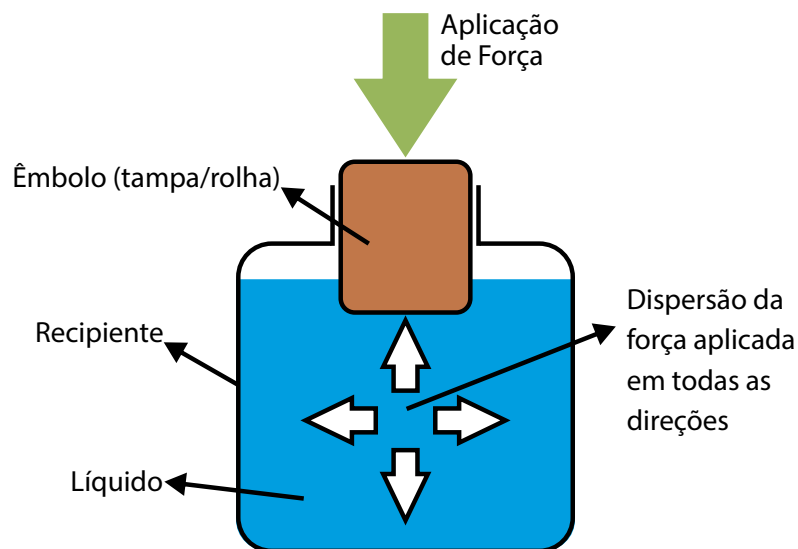
- a) compreender os princípios físicos aplicados aos sistemas de freios automotivos;
- b) reconhecer os componentes do sistema de freio e os principais tipos de sistemas;
- c) relacionar as anomalias presentes no sistema aos componentes.

6.1 PRINCÍPIOS FÍSICOS APLICADOS À FRENAGEM

Para que se torne possível a redução da velocidade de um veículo, utiliza-se o sistema de freios. O processo de frenagem é baseado no princípio físico da inércia. Além disso, em veículos leves, nos quais é comum o uso de sistemas de freios hidráulicos, são aplicados também conceitos desenvolvidos por Pascal.

A 1ª Lei de Newton, que trata do princípio da inércia, diz que todo o corpo tende a manter o movimento que está realizando. Dessa forma, um corpo estando parado, sua tendência será permanecer parado.

A Lei de Pascal está relacionada aos fluidos e sua aplicação sob pressão. De acordo com esta lei da física, quando se aplica uma determinada força à um líquido, ele devolverá a mesma força em todas as direções. Veja, na figura a seguir, como isso acontece.



Ana Fleck (2015)

Figura 65 - Lei de Pascal
Fonte: dos Autores (2015)

Além da 1ª Lei de Newton e da Lei de Pascal citadas anteriormente, outros conceitos físicos são percebidos nos sistemas de freios. São eles:

CONCEITO	DEFINIÇÃO
Pressão	Relação estabelecida entre a força que se aplica sobre determinada área e sua dimensão. A fórmula matemática é a seguinte: $Pressão (P) = Força (F) / Área (A)$
Área	A dimensão de uma determinada superfície.
Força	Ação capaz de alterar a velocidade de um corpo em relação a outro.
Calor	É a forma de energia que se transfere de um corpo para outro em função da diferença de temperatura. A transferência se dá do que possui maior temperatura para o que possui menor, na busca de um equilíbrio térmico.

Coefficiente de frenagem	Está relacionado ao coeficiente de atrito, a força de frenagem, o tempo de frenagem e a velocidade do veículo no início da desaceleração, com base nesses valores o resultado é coeficiente que determinará a distância de parada do veículo.
Atrito	A resistência ao movimento existente entre dois corpos que estejam em contato.
Força de frenagem	Força realizada pelo mecanismo de freio em oposição ao movimento do veículo.
Desgaste	O consumo de um material em função do atrito.
Energia cinética	A energia que determinado corpo apresenta em função de seu movimento.

Quadro 8 - Princípios físicos
Fonte: Adaptado de Teves (2007)



CASOS E RELATOS

Vazamento no freio

A cliente, senhorita Jaqueline, chega à oficina e informa que o freio do seu veículo não está bom. Ao realizar alguns testes, o técnico Daniel percebe que o pedal do freio chega até o final, mas o veículo não freia corretamente. Ao levantar o carro, Daniel percebe um vazamento no flexível do freio e imediatamente mostra à Jaqueline e afirma que esta é a causa do freio estar com o funcionamento irregular. Daniel, ainda, complementa a explicação dizendo que o pedal vai até o fundo e não freia, devido ao vazamento no flexível que não permite gerar pressão interna no sistema. Jaqueline fica sem entender o motivo e Daniel exemplifica com uma seringa com água, que ao obstruir a ponta da seringa com o dedo a seringa oferece resistência ao ser pressionada, já com a ponta desobstruída, ao pressionar a seringa não oferece resistência e a água é arremessada para fora. Assim, a partir desse momento, Jaqueline compreende o princípio básico do funcionamento do sistema de freio do seu carro e autoriza a substituição do flexível do freio e a sangria completa do sistema. Após concluir o serviço, Daniel testou o veículo acompanhado da senhorita Jaqueline e os dois puderam perceber que o veículo voltou a frear corretamente.

Agora que você conheceu conceitos físicos básicos relacionados à frenagem, deve estar se perguntando como todos eles são aplicados no veículo. Veja, a seguir, os tipos existentes de sistema de freio e de que forma cada um deles funciona.



SAIBA MAIS

Para saber sobre os princípios físico relacionados ao sistema de freio procure na biblioteca mais próxima de você o livro "Freios hidráulicos: da física básica à dinâmica veicular" do autor Ronaldo Deziderio Prieto, SENAI/SP.

6.2 FREIO A DISCO

O sistema de freio à disco apresenta uma resposta precisa, sendo capaz de conter o movimento da roda de maneira rápida e eficaz.

Segundo Prieto (2014), em função do maior esforço do sistema de freios estar disposto nas rodas dianteiras do veículo, em torno de 70% da carga, se torna mais segura a utilização de freios à disco na dianteira pelas montadoras.

Em veículos com faixa de potência superior aos convencionais, com maior peso ou maior capacidade de carga, é comum encontrar o freio à disco também nas rodas traseiras, mas isto eleva o custo de produção para a montadora.

Conheça, a seguir, os componentes do sistema de freio à disco e suas características.

6.2.1 COMPONENTES

Verifique, na sequência, os componentes que integram o sistema de freio à disco.

DISCO DE FREIO

Este componente é construído em ferro fundido, aço forjado ou em uma liga especial de cerâmica. O disco de freio rotacional, juntamente com a roda, por estar fixo ao cubo de roda, é o elemento que será freado por intermédio do atrito. Ele transforma energia cinética, de movimento, em calor e sua eficiência é medida de acordo com a capacidade que apresenta em dissipar o calor gerado.

Existem dois tipos de discos: os sólidos e os ventilados. Cada veículo tem um modelo específico recomendado pelo fabricante, de acordo com sua necessidade de dissipação de calor. Enquanto os discos sólidos são compostos de uma estrutura “maciça”, os discos ventilados assemelham-se à dois discos paralelos unidos por aletas internas que permitem a passagem do ar, facilitando a troca de calor com o ambiente externo.

Cabe salientar que o disco de freio geralmente é fixado no cubo de roda por apenas um parafuso que posiciona o disco ao conjunto, o disco é posteriormente encaixado pelos próprios parafusos de roda o que garantirá a fixação necessária durante a frenagem. Veja, nas imagens a seguir, os dois tipos de disco de freio disponíveis no mercado.



iStock ([20-7]); Paulo Cordeiro (2015)

Figura 66 - Disco sólido e disco ventilado
Fonte: Thinkstock (2015)

PASTILHA DE FREIO

É função da pastilha de freio entrar em atrito com o disco até que a rotação deste seja reduzida. Segundo a revista “O Mecânico”, as pastilhas de freio podem ser constituídas por compostos orgânicos, compostos cerâmicos, elementos metálicos, elementos abrasivos, cargas minerais, fibras minerais biossolúveis, fibras sintéticas, resinas, lubrificantes, redutores de atrito e catalisadores.

Você já deve ter percebido que em muitos veículos a roda dianteira apresenta uma fina camada de poeira escura. Esta poeira é formada em função da dispersão de resíduos provenientes do desgaste das pastilhas e discos, na medida em que é utilizada nas frenagens, tanto o material das pastilhas de freio como do disco sofrem desgaste e se espalham pelo sistema. Pelo fato do disco ser mais resistente, ele costuma demorar mais para desgastar que as pastilhas, as quais devem ser inspecionadas e substituídas sempre que estiverem gastas, ou dentro do recomendado pelo manual de reparação do veículo.

Veja, na imagem a seguir, a aparência de uma pastilha de freio.



homydesign (20-?)

Figura 67 - Pastilha de freio
Fonte: Thinkstock (2015)

É possível encontrar em algumas pastilhas uma fina chapa metálica que tem por função entrar em contato com o disco de freio gerando ruído, dessa forma indicando a pastilha atingiu o final de sua vida útil. Alguns veículos podem ainda possuir um sensor elétrico que indica, via computador de bordo, o desgaste das pastilhas de freio.

Sobre as pastilhas de freio, é comum encontrar uma mola que serve para assentá-la melhor no alojamento, evitando que produza ruídos. Em alguns modelos de pastilha, além da mola também é utilizada uma fina chapa metálica posicionada entre a pastilha e a pinça de freio. Esta também tem por objetivo reduzir as vibrações da pastilha e conseqüentemente os ruídos gerados.

A pastilha de freio é alocada na pinça de freio, que é outro importante componente deste sistema.

PINÇA DE FREIO

A pinça de freio é o componente responsável por alojar as pastilhas de freio e tornar possível o contato delas com o disco de freio. As pinças podem ser fixas ou móveis (flutuantes) e é o êmbolo do freio quem permite a atuação dela.

Veja como ela se parece nesta figura.

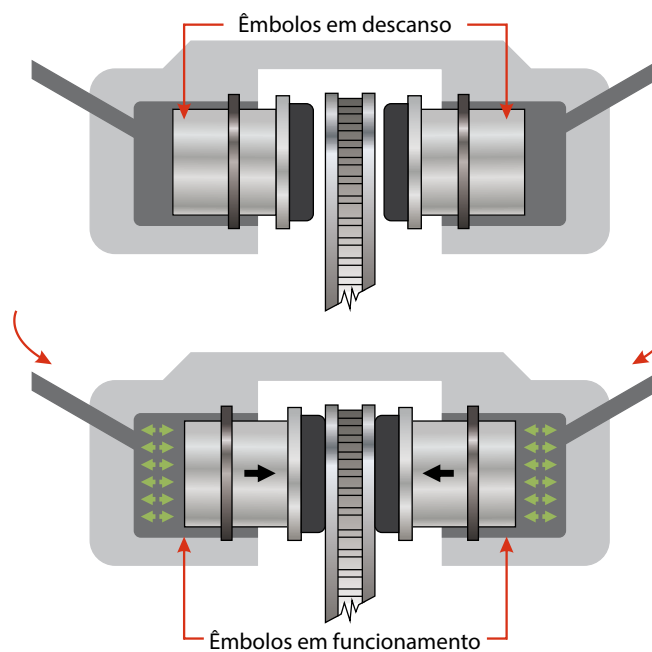


Phantom1311 ((20--?))

Figura 68 - Pinças de freio
Fonte: Thinkstock (2015)

As pinças de freio podem ser classificadas como: pinça com cavalete e pinça com cavalete flutuante.

As pinças de cavalete fixo possuem sempre êmbolos em pares, distribuídos em lados inversos em relação ao disco e durante a frenagem, somente estes êmbolos se deslocam empurrando as pastilhas contra o disco, conforme mostrado na figura a seguir.



Nakata (2015); Paulo Cordeiro (2015)

Figura 69 - Cavalete fixo
Fonte: Adaptado de Nakata (2015)

De forma diferente da pinça de cavalete fixo, a pinça de cavalete flutuante possui apenas um êmbolo que se movimenta em direção ao disco. Ao entrar em contato com o disco de freio, o cavalete flutua em direção contrária ao deslocamento do êmbolo, dessa forma pressionando ambas as pastilhas.

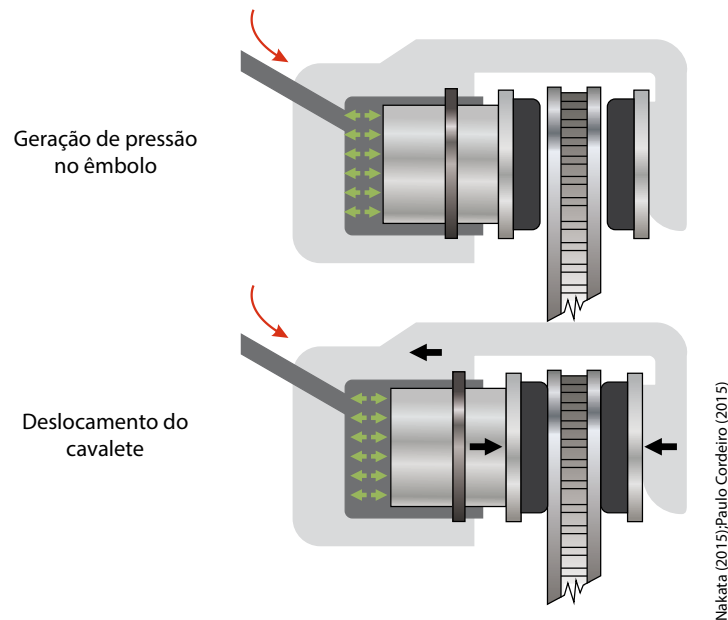


Figura 70 - Cavalete flutuante
Fonte: Adaptado de Nakata (2015)

Durante a utilização do freio de serviço (freio principal do veículo), o acionamento do êmbolo é realizado hidráulicamente, de forma que o êmbolo pressione as pastilhas contra o disco de freio. Observe, a seguir, o movimento do êmbolo.

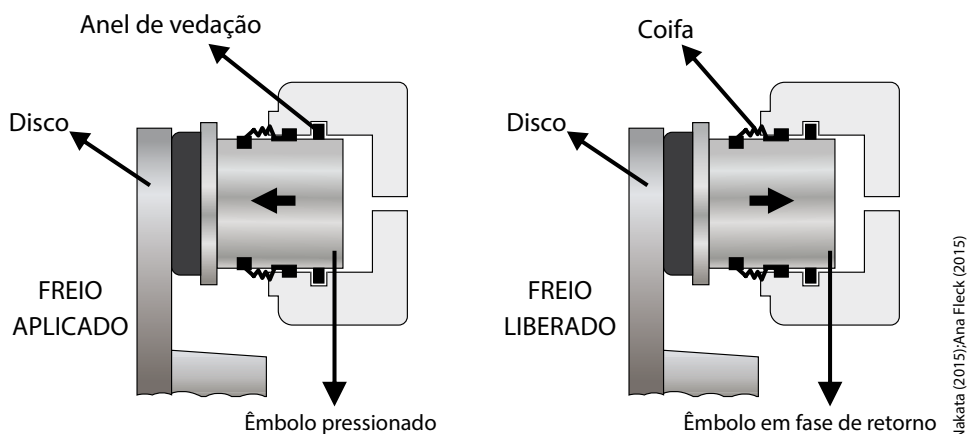


Figura 71 - Êmbolo da pinça de freio
Fonte: Adaptado de Nakata (2015)

Como você pôde observar na figura anterior, existe um anel de vedação fixo à uma canaleta na carcaça da pinça de freio. Este anel é responsável por vedar a pinça e o êmbolo de forma que não ocorra vazamento

do fluido de freio. Além disso, esse anel tem como função afastar o êmbolo (e conseqüentemente a pastilha de freio) do disco de freio, “puxando” o êmbolo para o interior da pinça.

O corpo cilíndrico do êmbolo conta com um rebaixo externo (canaleta) próximo a uma de suas extremidades. Nessa canaleta é instalada a coifa de proteção, também chamada de guarda-pó, a qual impede a entrada de contaminantes por meio da folga existente entre o êmbolo e a pinça de freio.

As pinças de freio que atuam baseada no princípio da hidráulica, eventualmente necessitam passar pelo processo de sangria para remover bolhas de ar do fluido de freio. Este processo é realizado via parafuso da imagem abaixo, que é alojado na parte posterior da câmara do êmbolo da pinça. É um parafuso oco para permitir a passagem de fluido quando aberto. Você aprenderá detalhadamente o procedimento de sangria do sistema hidráulico no subcapítulo sobre diagnóstico e manutenção.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 72 - Parafuso de sangria
Fonte: dos Autores (2015)

A pinça de freio é instalada no cavalete, que é fixo no montante de roda.

CAVALETE DE FREIO

A função do cavalete é fixar a pinça de freio na manga de eixo, mantendo a pinça estática em relação ao disco que rotacional juntamente com a roda do veículo.

Conheça, a seguir, o cavalete de freio.



Figura 73 - Disco de freio e cavalete
Fonte: Thinkstock (2015)

6.3 FREIO A TAMBOR

Os freios traseiros dos veículos convencionais normalmente apresentam um sistema de freio a tambor. Este sistema antecedeu o sistema de freio a disco e em alguns modelos de carros antigos podem ser encontrados também na dianteira. Seu funcionamento segue a mesma lógica do freio a disco, mas apresenta componentes diferenciados, os quais podem ser observados a seguir.

6.3.1 COMPONENTES

Conheça, a seguir, os componentes que integram o sistema de freio a disco.

TAMBOR DE FREIO

De forma semelhante ao disco de roda, o tambor é geralmente confeccionado em ferro fundido e gira juntamente da roda do veículo. Para que se faça a frenagem, as paredes internas do tambor sofrem atrito mecânico das lonas de freio toda vez que é acionado ou o pedal de freio ou a alavanca do freio de estacionamento.



Photoraizd (20--?)

Figura 74 - Tambor de freio
Fonte: Thinkstock (2015)

Nos veículos dotados de freios a tambor, ao remover a roda do veículo, o tambor de freio será o único componente do sistema de freio visível, todos os demais componentes ficam localizados internamente ao tambor.

Existem tambores de freio que são montados sobre o cubo de roda e outros que fazem o papel do cubo de roda. Veja, a seguir, um exemplo de quando o tambor de freio é montado sobre o cubo de roda.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 75 - Sistema de freio a tambor
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça

Na figura anterior, você pôde identificar que o tambor foi removido, mas o cubo de roda permanece fixo no centro dos componentes de freio. Neste caso, a roda é fixa no cubo e não no próprio tambor de freio.

LONAS DE FREIO E SAPATAS DE FREIO

Segundo Casaril (2009), as lonas de freio podem ser construídas a partir da mistura de diferentes materiais, tais como: fibras (vibra de vidro, de aramida, de carbono e fibras metálicas de aço, cobre, latão, entre outros); ligantes (por exemplo, os compostos poliméricos); atritantes (óxido de alumínio, silicato de zircônia e óxido de cromo); lubrificantes (utilizados grafites, coques, talcos e sulfetos metálicos); e cargas (sulfato de bário, carbonado de cálcio, caulim e borracha natural).

As lonas ficam posicionadas na parte interna do tambor de freio e possuem a função de atritar com a parede interna do tambor, reduzindo seu movimento até a parada total.

É possível encontrar no mercado de autopeças lonas de freio vendidas sem as sapatas de freio ou lonas já coladas nas sapatas, desde a fabricação. As lonas vendidas sem sapata são normalmente coladas nas sapadas usadas ou ainda podem ser rebitadas na sapata antiga. É importante salientar que tanto ao colar quanto ao rebitar as lonas, as sapatas devem estar limpas, não possuindo nenhum tipo de resíduo das pastilhas velhas.



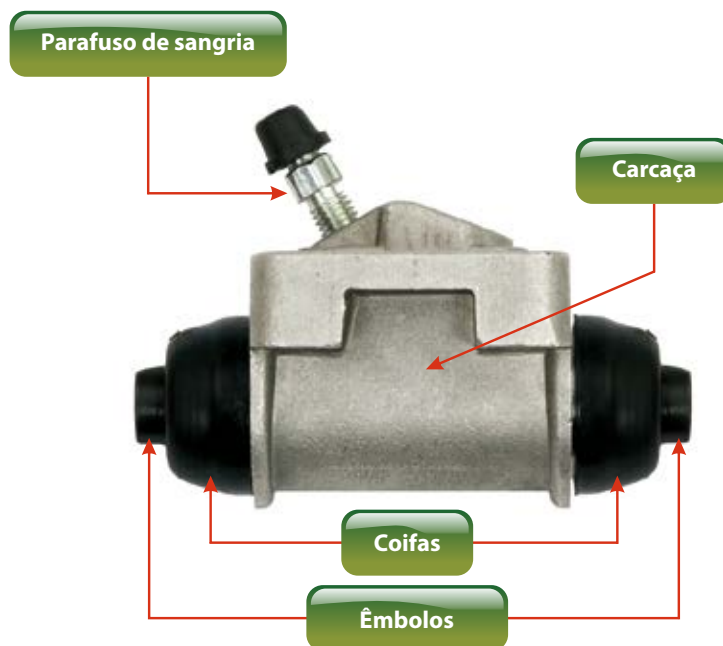
homydesign (20--?)

Figura 76 - Sapatas e lonas de freio
Fonte: Thinkstock (2015)

A condução e pressão das lonas às paredes do tambor é responsabilidade das sapatas de freio. Para que esse processo ocorra, as sapatas devem ser empurradas pelo cilindro de roda, que você conhecerá a seguir.

CILINDRO DE RODA

O cilindro de roda fica no centro do espelho de freio (que será apresentado a seguir), entre as sapatas de freio. Quando o pedal do freio é acionado, o cilindro recebe pressão hidráulica. Esta pressão é mantida dentro da carcaça, com a elevação da pressão, o cilindro projeta dois êmbolos metálicos para fora, empurrando as sapatas de freio e as lonas contra o tambor de freio. Para impedir a entrada de contaminantes para a parte interna da carcaça há uma coifa de proteção em cada êmbolo.



iStock ([20-?]), Paulo Cordeiro (2015)

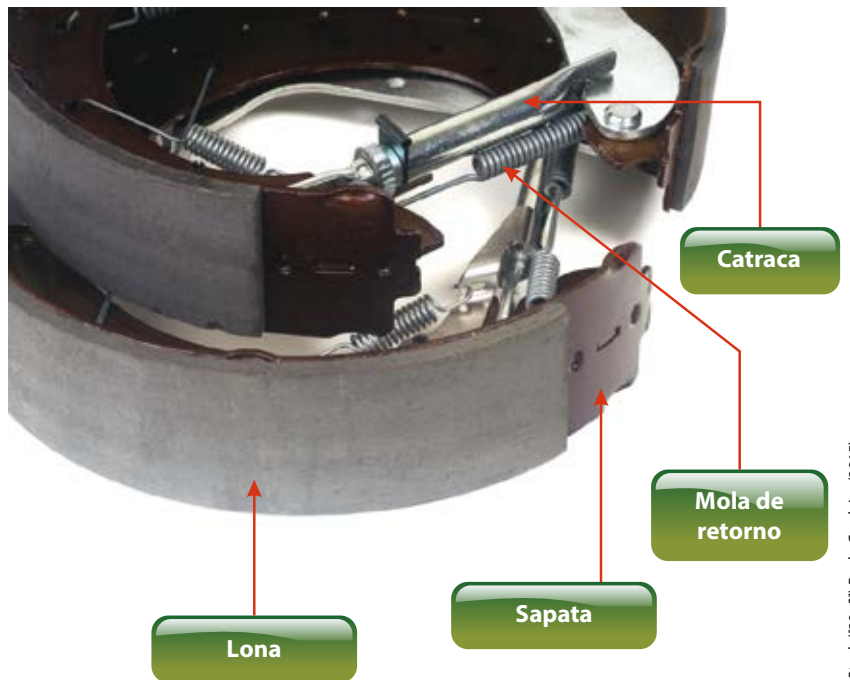
Figura 77 - Cilindro de roda com parafuso de sangria
Fonte: Adaptado de Thinkstock (2015)

Da mesma forma que a pinça de freio, o cilindro de roda também possui um parafuso de sangria do sistema hidráulico. Você verá no capítulo que trata dos procedimentos de manutenção, o propósito deste parafuso.

MOLA DE RETORNO E CATRACA DE AJUSTE

Objetivando retornar as sapatas de freio a sua posição inicial após uma frenagem, o sistema de freio a tambor conta com a mola de retorno, que une as duas sapatas, normalmente localizada abaixo do cilindro de roda.

Como você já leu anteriormente, as lonas entram em contato com as paredes do tambor durante a frenagem. Desta forma, as lonas são consumidas. Para fazer a compensação desse desgaste existe um mecanismo de catraca (âncora ou meia lua) que a cada frenagem se ajusta ao desgaste do material.

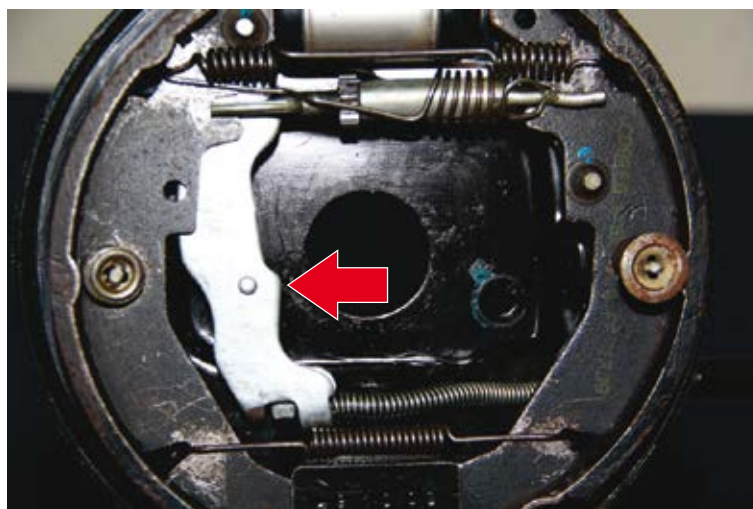


Istock ([20--?]); Paulo Cordeiro (2015)

Figura 78 - Mola de retorno e mecanismo de ajuste e compensação do desgaste
Fonte: Adaptado de Thinkstock (2015)

ALAVANCA DA SAPATA DE FREIO

Para que as sapatas de freio atuem durante o uso do freio de estacionamento, ou seja, quando não há interferência por parte do cilindro de roda, existe uma alavanca que transfere o movimento do cabo do freio de estacionamento para as sapatas de freio.



do Autor (2015)

Figura 79 - Alavanca do freio de estacionamento (da sapata de freio)
Fonte: do Autor (2015)

ESPELHO DE FREIO

Como você leu anteriormente o tambor de freio gira juntamente com a roda do veículo. Desta forma, não é possível que os componentes de acionamento sejam fixos à ele. Para realizar esta função de suporte dos componentes existe o espelho do freio, este consiste em uma estrutura metálica fixa à suspensão do veículo e suporta os seguintes componentes do sistema de freio: cilindro de roda, sapatas de freio com lonas, alavanca de acionamento mecânico das sapatas, molas de retorno e catraca de compensação de desgaste.



TeerawatWinyarat ([20-7])

Figura 80 - Espelho de freio a tambor
Fonte: Thinkstock (2015)

Veja, a seguir, o que é considerado um sistema de freio misto.

6.4 FREIO MISTO

Até agora você conheceu os sistemas de freio a disco e de freio a tambor, mas sabia que existe um tipo de freio que reúne estes dois sistemas, trata-se do freio misto. Este sistema funciona de forma idêntica ao sistema à disco hidráulico, quando é acionado, o freio de serviço e no centro do disco possui um conjunto de freio a tambor para acionamento do freio de estacionamento. Este sistema é utilizado em alguns veículos de grande porte, pick-ups e utilitários esportivos.



fatchoi (20-7)

Figura 82 - Alavanca de freio de estacionamento
Fonte: Thinkstock (2015)

Em alguns veículos modernos e luxuosos, o acionamento do freio de estacionamento é realizado por meio de um botão elétrico e o acionamento nas pinças traseiras é realizado com auxílio de um atuador (motor) elétrico.

PEDAL DE FREIO

Para que seja acionado o sistema de freio hidráulico, é necessário algum componente de interação entre o condutor e o sistema. Esse componente é o pedal de freio, a partir da pressão aplicada ao pedal é dado início ao processo de frenagem.

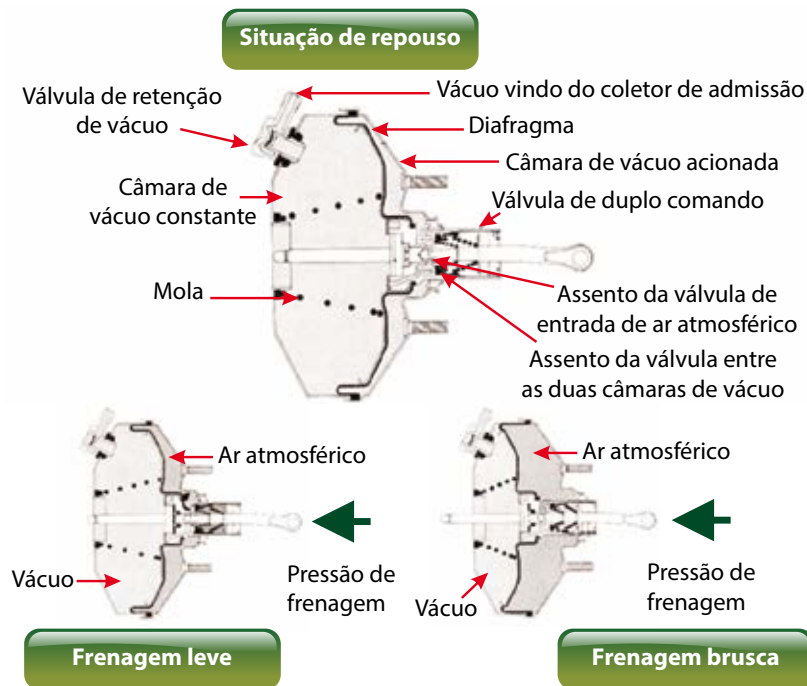


Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 83 - Pedal de freio
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça

SERVO-FREIO

O servo-freio tem a função reduzir o esforço exigido do condutor ao pressionar o pedal do freio. O servo-freio consiste em uma estrutura metálica que possui duas câmaras internas divididas por uma membrana de borracha, além de uma mola de retorno. Este conjunto tem por objetivo produzir uma atmosfera com vácuo que atue amplificando a força aplicada no pedal do freio.



Costa (2001)

Figura 84 - Funcionamento do servo-freio
Fonte: Costa ([20--])

Veja, a seguir, uma imagem do servo-freio.



jeffy1139 ([20--?])

Figura 85 - Servo freio
Fonte: Thinkstock (2015)

O vácuo gerado no servo freio é proveniente do coletor de admissão do motor de combustão interna, e enquanto o motor estiver ligado, estará gerando pressão negativa no servo-freio.

Para garantir o vácuo e a pressão de trabalho, o servo-freio é um componente lacrado, não possuindo reparo, apenas substituição. Um componente do servo-freio que deve ser inspecionado e substituído em caso de falha é a válvula de retenção de vácuo. Essa válvula tem a função de possibilitar a sucção do ar do servo-freio pela admissão do veículo, de forma que gere vácuo no servo-freio, porém não permitindo a entrada de ar na câmara de vácuo, ou seja, mantendo o vácuo do servo.

Conheça, na imagem a seguir, a válvula de retenção de vácuo.



Evelin Lecliani Bao (2015)

Figura 86 - Válvula de retenção de vácuo do servo freio
Fonte: dos Autores (2015)

CILINDRO MESTRE

O cilindro mestre tem a importante função de pressurizar o sistema hidráulico de freios. Ao ser acionado, pelo movimento do pedal, o cilindro mestre pressurizará o fluido de freio por meio das tubulações transmitindo pressão até as pinças e cilindros de rodas.

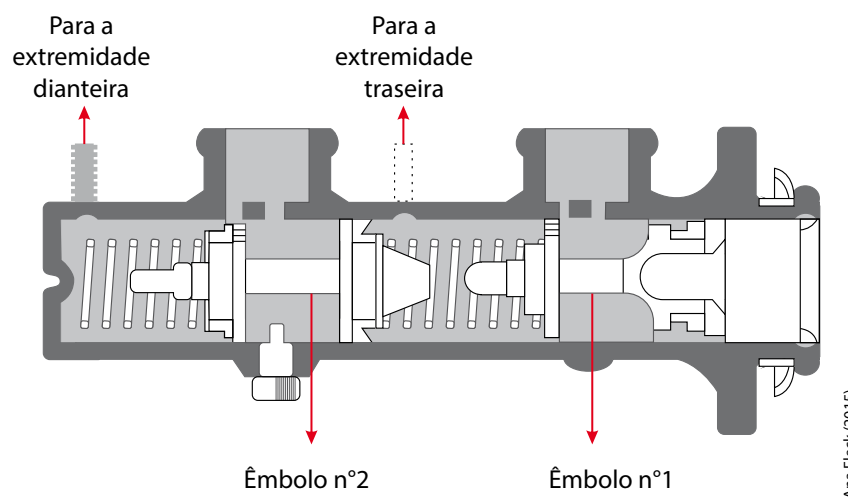
O cilindro mestre é comumente encontrado junto do servo freio. Ele pode apresentar uma ou várias saídas para a pressão hidráulica, de acordo com o projeto do sistema de freios. Veja, na figura abaixo, o cilindro mestre e suas variações na medida em que é acionado.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 87 - Cilindro mestre
Fonte: dos Autores (2015)

Veja, na imagem a seguir, o que acontece com o cilindro mestre em repouso.

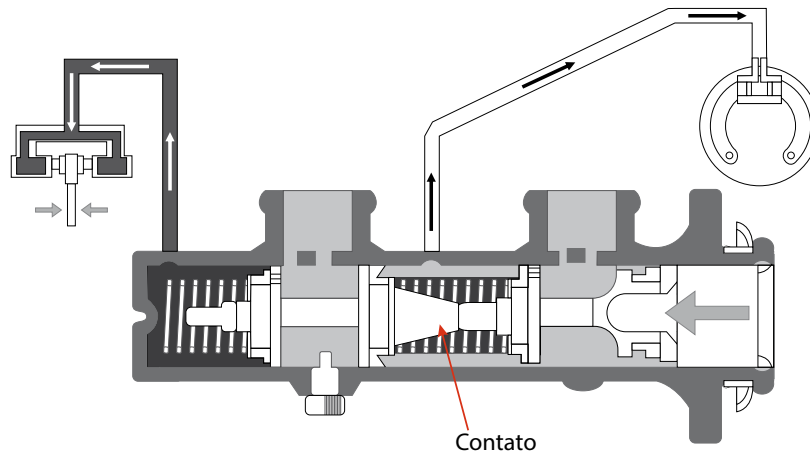


Ana Fleck (2015)

Figura 88 - Cilindro mestre em repouso
Fonte: adaptado de Toyota (2007)

Quando o freio se encontra em repouso, a posição dos êmbolos é mantida pela ação da mola de retorno. Ademais, sem aplicação de frenagem, a pressão do circuito hidráulico é mínima, não provendo acionamento dos elementos de atrito das rodas.

Observe, na imagem a seguir, o que ocorre quando o pedal do freio é pressionado e o cilindro mestre é acionado.



Ana Fleck (2015)

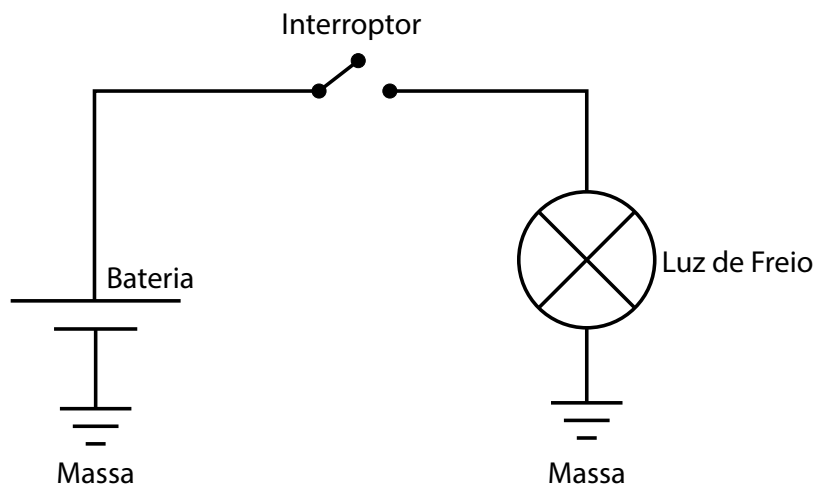
Figura 89 - Cilindro mestre atuando
Fonte: adaptado de Toyota (2007)

No momento do acionamento do freio, os êmbolos são empurrados, comprimindo as molas de retorno e pressionando o fluido por meio das tubulações. Ao mesmo tempo que isso ocorre, o pedal de freio aciona o interruptor da luz de freio.

INTERRUPTOR DE FREIO

Existe a necessidade de realizar o acendimento da luz de freio no momento exato da frenagem. Desta forma, é instalado junto ao pedal de freio um interruptor que é acionado quando o condutor pisa no pedal.

Conheça, a seguir, o diagrama elétrico do sistema de sinalização dos freios.



Allesse Rodrigues (2015)

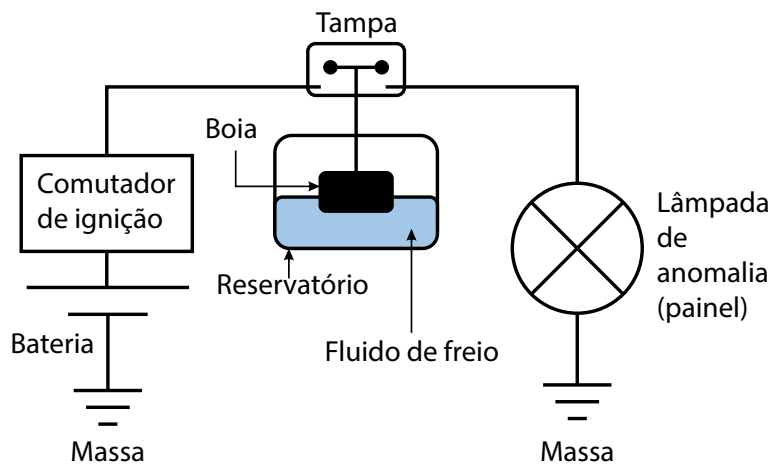
Figura 90 - Esquema elétrico da luz de freio
Fonte: dos Autores (2015)

RESERVATÓRIO DE FLUIDO DE FREIO

Para que seja armazenado o fluido do sistema de freio existe um reservatório o qual normalmente é fixado na parte superior do cilindro mestre.

O reservatório é confeccionado em plástico e é encaixado no cilindro mestre por intermédio de borrachas de vedação. Sua tampa apresenta um terminal elétrico (interruptor) ligado à haste que possui uma boia. Este conjunto tem a função de informar ao condutor do veículo se o fluido atingiu o nível abaixo da medida mínima necessária para o funcionamento do sistema. O aviso é dado ao condutor com a ajuda de uma luz espia no painel de instrumentos específica para esta função, ou em alguns veículos o aviso é realizado por meio da luz do freio de estacionamento. Além disso, é comum encontrar gravado, em relevo na tampa, a especificação do fluido de freio a ser utilizado no veículo.

Veja, na imagem a seguir, como é feita a instalação elétrica que transmite ao painel do veículo a informação de baixo nível de fluido de freio.



Ana Fleck (2015)

Figura 91 - Tampa do reservatório de fluido de freio (esquema elétrico)
Fonte: dos Autores (2015)

O reservatório apresenta indicação de nível mínimo e máximo de fluido para rápida conferência.



knowlesgallery ([20--7])

Figura 92 - Reservatório de fluido de freio
Fonte: Thinkstock (2015)

Nos veículos dotados de sistema de embreagem hidráulica este acionamento é realizado com o mesmo fluido do sistema de freios. Para isto, há uma saída de fluido no meio do reservatório de fluido de freio. O fato da saída ser localizada no centro do reservatório é para que, caso ocorra alguma falha no sistema de embreagem, o mesmo continue operante.

Dentro do reservatório encontra-se um fluido específico, chamado de fluido de freio.

FLUIDO DE FREIO

O fluido de freio é o responsável por transmitir a pressão exercida pelo cilindro mestre até as pinças ou cilindros de roda. Os fluidos de freio são desenvolvidos visando atender integralmente as demandas de frenagem de um veículo. Dessa forma, os fluidos devem possuir características físico-químicas que impeçam a danificação das tubulações metálicas por onde circula e dos retentores de borracha, os quais são ressaltados na sequência: deve suportar a pressão e temperatura de funcionamento do sistema mantendo suas propriedades; deve apresentar fluidez compatível com a necessidade de rápida transmissão de força. Porém, para garantir estas premissas básicas, o fluido deve ser selecionado e aplicado corretamente, conforme manual de reparação do veículo.



Evelin Lediani Bac (2015)

Figura 93 - Fluido de freio

Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça



FIQUE ALERTA

O fluido de freio é higroscópico, isto quer dizer que absorve água com facilidade. Por este motivo deve ser mantido em recipiente lacrado e protegido de agentes contaminantes, como óleo, graxa ou fluido de freio usado.

O órgão que regulamenta as especificações dos fluidos de freio no Brasil é a A.B.N.T. (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que baseia as especificações nas diretrizes definidas na S.A.E. (Sociedade dos Engenheiros Automotivos). As características básicas observadas nos fluidos de freio são: viscosidade,

ponto de fulgor, ponto de ebulição e estabilidade térmica. As NRs (Normas Regulamentadoras) direcionadas ao sistema de freio automotivo são NBR 9292/91 e NBR 9576/91.

Quando se fala sobre fluidos de freio é comum ouvirmos o termo *DOT*¹² acompanhado por um número, por exemplo: *DOT 3*, *DOT 4*, *DOT 5* ou *5.1*. Estes números especificam a capacidade que o fluido tem em resistir à temperatura sem entrar em estado de ebulição, visto que em função da pressão e do atrito, o fluido é aquecido durante a frenagem. A especificação do fluido é indicada no manual do proprietário e no manual de reparação do veículo, e no momento da substituição deve ser seguida rigorosamente esta informação.



CURIOSIDADES

A classificação *DOT 3*, *DOT 4*, *DOT 5* ou *DOT 5.1* não se dá a partir da potência do motor, mas sim em função da temperatura a ser dissipada no sistema de freios.

Veja a classificação no quadro a seguir.

PARÂMETRO	CLASSIFICAÇÃO		
	<i>DOT3</i>	<i>DOT4</i>	<i>DOT5 / DOT5.1 / DOT5 SB</i>
Ponto de ebulição seco [°C]	205	230	260
Ponto de ebulição úmido [°C]	140	155	180

Quadro 9 - Classificação *DOT*
Fonte: adaptado de BOSCH (2005)

TUBULAÇÃO RÍGIDA E FLEXÍVEL DO FLUIDO DE FREIO

Para que o fluido de freio vá do cilindro mestre até as rodas são necessárias tubulações metálicas rígidas, que tem a função de conduzir o fluido. Esta tubulação, no entanto, não vai até as pinças ou cilindros de roda, visto que estes componentes se movem com o trabalho da suspensão.

Na junção entre a tubulação de metálica e as pinças e cilindros de roda há um tubo flexível com comprimento suficiente para garantir que não sofra rompimento com os deslocamentos do conjunto da suspensão.

VÁLVULAS DE CONTROLE DE PRESSÃO DO SISTEMA DE FREIO

Os automóveis que não são dotados de sistema ABS contam com uma válvula chamada de equalizadora. Ele é instalado na tubulação rígida, entre a saída do cilindro mestre e os componentes mecânicos de freio das rodas.

12 *Department of Transportation* (departamento de transportes dos Estados Unidos da América)

Segundo Nakata (2015), a função da válvula equalizadora é regular a pressão hidráulica entre as rodas dianteiras e traseiras, evitando seu travamento. Veja, na imagem a seguir, a posição da válvula equalizadora.

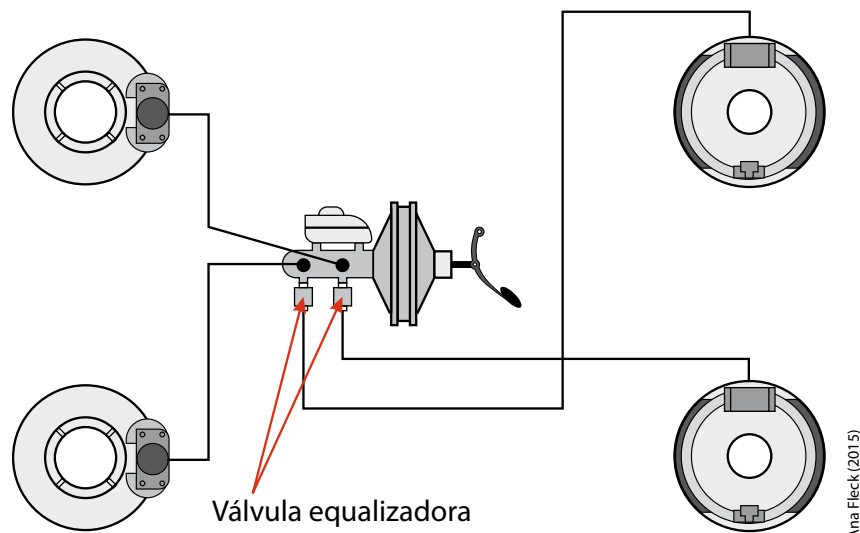


Figura 94 - Válvula equalizadora
Fonte: Nakata (2015)

O sistema de freios pode apresentar, ao invés da válvula reguladora, uma válvula proporcionadora (sensível a carga), que desempenha o mesmo papel de distribuição da força hidráulica a fim de estabilizar o veículo durante as frenagens. Diferente da válvula equalizadora, a proporcionadora é variável, pois a partir da mobilidade de sua haste de acionamento ela identifica a altura da carroceria em relação ao eixo traseiro e utiliza esse parâmetro de distância para identificar se o veículo encontra-se com carga ou não. Desta forma, quanto mais próxima a carroceria encontra-se em relação ao eixo, mais pesado o veículo se encontra, necessitando de maior pressão de frenagem.

Veja, na figura a seguir, a válvula proporcionadora.

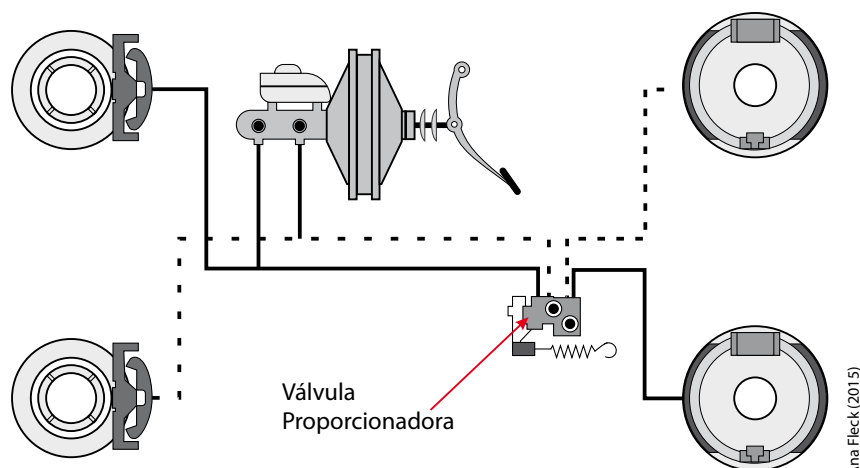


Figura 95 - Válvula proporcionadora
Fonte: Nakata (2015)

6.6 DIAGNÓSTICO DE FALHAS E MANUTENÇÃO

Agora que você conheceu o funcionamento do sistema de freios, seus tipos e componentes, você aprenderá os processos de diagnóstico e manutenção relacionados ao sistema de freios.

DISCO DE FREIO

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina e jaleco.

Limpeza: estopa seca.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) inspecionar visualmente possíveis rachaduras e marcas de superaquecimento;
- b) medir empenamento com relógio comparador fixo na suspensão;
- c) medir desgaste com micrômetro externo ou paquímetro de pontas.

Procedimento de desmontagem e montagem: Para removê-lo é preciso sacar a roda do veículo, os parafusos de roda, os parafusos de fixação do disco, a pinça de freio e o cavalete de freio.

Procedimento de manutenção:

- a) rachaduras ou marcas de superaquecimento – substituir;
- b) disco empenado dentro do limite de desgaste – retificar;
- c) disco com desgaste igual ou maior ao limite máximo – substituir.

Descarte de materiais: O disco costuma ser de ferro fundido ou outros materiais que são comprados por cooperativas de reciclagem de lixo industrial.

PASTILHA DE FREIO

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco ou pincel.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) inspecionar visualmente e com uso de paquímetro quanto ao desgaste;
- b) inspecionar visualmente quanto a presença corpos estranhos;
- c) verificar possíveis ruídos.

Procedimento de desmontagem e montagem: as pastilhas costumam ficar alojadas no interior da pinça de freio, sendo necessária sua remoção. Primeiramente remova a trava redutora de ruído das pastilhas, em seguida remova os parafusos que fixam a pinça no cavalete, para remover a pinça do disco, faça pressão lateral na pinça em dois sentidos (esquerda e direita) dessa forma retornando parcialmente o êmbolo, para realizar a montagem realize o recolhimento do êmbolo da pinça de freio, monte as pastilhas e fixe a pinça no cavalete.

Procedimento de manutenção:

- a) excesso de desgaste – substituir;
- b) corpos estranhos, como óleo e sujeira – remover o corpo estranho, em caso de presença de óleo/graxa nas pastilhas utilizar desengraxante, em caso de presença de outros tipos de resíduos, utilizar água, se não for possível a remoção, substituir pastilhas.

Descarte de materiais: A carcaça da pastilha é produzida em metal que pode ser comprada por cooperativas de reciclagem de resíduo industrial. Muitos fabricantes de pastilhas utilizam de processos de recolhimento das pastilhas velhas como forma de retornar à fábrica como matéria prima para produção de novas pastilhas (processo de logística reversa).

PINÇA DE FREIO

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, de borracha, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco por fora e fluido de freio por dentro.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise, verificar:

- a) o movimento do êmbolo;
- b) o estado do guarda-pó;
- c) a movimentação da pinça;

Procedimento de desmontagem e montagem: a pinça é fixada no cavalete de freio por meio de parafusos, além disso está ligada ao sistema hidráulico pelas mangueiras flexíveis. Para remover a pinça do cavalete deve-se realizar o mesmo procedimento feito para substituição das pastilhas, porém se o objetivo for remover a pinça do veículo por completo, a mangueira flexível deverá ser removida da pinça.

Procedimento de manutenção:

- a) movimento do êmbolo reduzido – desmontar, limpar com fluido de freio, verificar o anel de vedação e se necessário substituí-lo;
- b) guarda-pó danificado – substituí-lo;
- c) movimento da pinça reduzido – remover os pinos deslizantes, realizar procedimento de limpeza conforme instrução do fabricante da pinça de freio, se recomendado lubrificá-los com produto

indicado pelo fabricante da pinça de freio e realizar o procedimento de montagem. Se não for suficiente, substituir a pinça e os pinos.

Descarte de materiais: A pinça costuma ser de materiais metálicos comprados por cooperativas de reciclagem de resíduo industrial.

CAVALETE

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise, inspecionar:

- a) a fixação do cavalete;
- b) a fixação da pinça de freio no cavalete;
- c) presença de possíveis corpos estranhos entre o cavalete e o disco de freio;
- d) rachaduras ou oxidação no cavalete.

Procedimento de desmontagem e montagem: Após remover a roda e a pinça de freio, o cavalete estará acessível, preso por parafusos de fixação na manga de eixo.

Procedimento de manutenção:

- a) cavalete frouxo – apertar os parafusos de fixação;
- b) pinça de freio frouxa no cavalete – apertar os parafusos de fixação da pinça ou substituir os pinos deslizantes;
- c) corpos estranhos entre o cavalete e o disco – remover os corpos estranhos;
- d) rachaduras ou oxidação no cavalete – substituir.

Descarte de materiais: O cavalete costuma ser de ferro fundido ou outros materiais que são comprados por cooperativas de reciclagem de resíduo industrial.

TAMBOR DE FREIO

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: estopa com thinner interno e pano seco externo.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) inspecionar visualmente possíveis rachaduras e marcas de superaquecimento;
- b) verificar o desbalanceamento com relógio comparador fixo na suspensão;
- c) medir desgaste com paquímetro de pontas.

Procedimento de desmontagem e montagem: Após remover a roda do veículo, o tambor estará acessível ou por detrás do cubo de rodas.

Procedimento de manutenção:

- a) rachaduras ou superaquecimento – substituir;
- b) tambor desbalanceado – substituir;
- c) desgaste excessivo com relação as tolerâncias do fabricante – substituir.

Descarte de materiais: O tambor costuma ser de ferro fundido ou outros materiais que são comprados por cooperativas de reciclagem de resíduo industrial.

LONAS E SAPATAS DE FREIO

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) verificar desgaste das lonas com paquímetro;
- b) inspecionar desgaste das sapatas de freio;
- c) inspecionar ruídos nas sapatas de freio.

Procedimento de desmontagem e montagem: As sapatas de freio ficam sob o tambor de freio, fixas aos componentes do sistema de freio a tambor e ao espelho de freio por meio de molas, cabos e parafusos.

Procedimento de manutenção:

- a) lonas desgastadas – substituir;
- b) sapatas de freio desgastadas ou danificadas – substituir;
- c) ruídos metálicos na sapata de freio – ajustar conforme manual de reparação ou lubrificar os pontos de contato no espelho de freio com produto recomendado no manual de reparação do veículo.

Descarte de materiais: As sapatas são produzidas em metal que podem ser compradas por cooperativas de reciclagem de resíduo industrial. Muitos fabricantes de lonas utilizam de processos de recolhimento das lonas velhas como forma de retornar à fábrica como matéria prima para produção de novas lonas (processo de logística reversa).

CILINDRO DE RODA

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) inspecionar visualmente vazamentos nos cilindros de rodas;
- b) verificar o avanço dos êmbolos do cilindro de rodas.

Procedimento de desmontagem e montagem: O cilindro de rodas pode estar alocado no centro superior do espelho de freio, centro inferior ou em ambos, entre as duas sapatas. É necessário afastá-las para removê-lo.

Procedimento de manutenção:

- a) vazamento no cilindro de rodas – substituir;
- b) êmbolos do cilindro de rodas travados – substituir.

Descarte de materiais: O cilindro costuma ser de ferro fundido ou outros materiais metálicos que são comprados por cooperativas de reciclagem de resíduo industrial.

MOLA DE RETORNO E CATRACA DE AJUSTE

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco e pincel com thinner.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise, verificar:

- a) a condição da mola;
- b) o avanço da catraca;
- c) a condição da catraca.

Procedimento de desmontagem e montagem: Estes componentes ficam entre as duas sapatas de freio, sendo necessário afastá-las para acessá-los. Ambos são encaixados e podem ser removidos com alicate específico para molas.

Procedimento de manutenção:

- a) mola danificada – substituir;
- b) catraca mantendo as sapatas sem pressão contra o tambor – ajustar a catraca no sentido de avanço;

c) catraca espanada, danificada ou com folga – substituir.

Descarte de materiais: Estes componentes são metálicos e podem ser descartados em cooperativas que recolhem resíduos industriais.

ALAVANCA DE ACIONAMENTO DAS SAPATAS DE FREIO (LOCALIZADO NO ESPELHO DE FREIO)

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco e pincel com thinner.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise, verificar:

- a) folgas nos encaixes, com chave de fenda;
- b) a condição do cabo de acionamento;
- c) a condição de movimentação;
- d) visualmente quanto possível presença de ferrugem, oxidação ou rachaduras.

Procedimento de desmontagem e montagem: Este componente fica localizado internamente ao espelho de freio. Uma de suas extremidades é presa no próprio espelho, outra no cabo de acionamento e ainda faz contato com as sapatas de freio por meio de encaixe.

Procedimento de manutenção:

- a) folgas nos encaixes – apertar ou substituir parafuso de fixação;
- b) cabo partido – substituir;
- c) movimento limitado – efetuar a limpeza do local e depois secar;
- d) ferrugem oxidação ou rachaduras – substituir.

Descarte de materiais: Este componente é metálico e pode ser descartado em cooperativas que recolhem resíduos industriais.

ESPELHO DE FREIO

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco e pincel com thinner.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) inspecionar visualmente quanto a rachaduras, oxidação e ferrugem;
- b) inspecionar visualmente quanto a deformidades;
- c) inspecionar visualmente quanto a possível presença de corpos estranhos;
- d) verificar possível presença de ruídos metálicos durante a frenagem.

Procedimento de desmontagem e montagem: O espelho de freio fica preso ao eixo do veículo. Ele é o último componente do sistema de freio a tambor a ser removido, sendo necessário que todos os demais componentes sejam removidos para ter acesso livre ao espelho.

Procedimento de manutenção:

- a) rachaduras, oxidação e ferrugem – substituir;
- b) deformidades – substituir;
- c) corpos estranhos (sujeira) – efetuar a limpeza e depois secar;
- d) ruídos metálicos – lubrificar os pontos de contato com as sapatas de freio utilizando lubrificante recomendado no manual de reparação do fabricante..

Descarte de materiais: Por ser um componente é metálico, este pode ser descartado por intermédio de cooperativas que realizam o recolhimento de resíduos industriais.

ALAVANCA DO FREIO DE ESTACIONAMENTO

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco ou produto específico para limpar o interior de veículos.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise, verificar:

- a) o acionamento para identificar se está muito justo ou excessivamente folgado;
- b) possíveis folgas laterais na alavanca de freio de estacionamento.

Procedimento de desmontagem e montagem: Esta alavanca fica, normalmente, entre o banco do motorista e do passageiro. Pode ser desmontada por parafusos que a fixam na carroceria, além disso, esta alavanca está a conectada ao cabo de acionamento do freio de estacionamento.

Procedimento de manutenção:

- a) acionamento justo ou folgado – ajustar a tensão do cabo;
- b) folgas laterais – apertar os fixadores ou substituir o componente caso esteja excessivamente desgastado a ponto de não ser possível fixá-lo.

Descarte de materiais: Este componente é metálico e pode ser descartado em cooperativas que recolhem resíduos industriais. Quanto a parte plástica, esta deve ser destinada à coleta seletiva, sendo disposta em coletor apropriado para plástico (coletor vermelho).

PEDAL DE FREIO

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco ou produto específico para limpar o interior de veículos.

No diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise, verificar:

- a) possíveis folgas laterais no pedal;
- b) possíveis folgas no acionamento do pedal;
- c) movimentos de avanço e retorno do pedal. (Este movimento pode ser influenciado pela ação do servo freio).

Procedimento de desmontagem e montagem: O pedal de freio pé fixo a carroceria do veículo, sua fixação é realizada de forma a permitir o movimento de avanço quando acionado pelo motorista e de pela ação de molas. Ele está diretamente ligado a haste do servo freio.

Procedimento de manutenção:

- a) folgas laterais – apertar os fixadores ou substituí-los;
- b) folgas no acionamento – apertar os fixadores ou substituir o pedal em caso de folga excessiva, onde não seja possível realizar o aperto;
- c) pedal não avança normalmente – remover corpo estranho do curso do pedal;
- d) pedal não retorna normalmente – encaixar adequadamente as molas ou substituí-las caso estejam comprometidas.

Descarte de materiais: Este componente é metálico e pode ser descartado com o auxílio de cooperativas que recolhem resíduos industriais. Quanto a parte plástica, esta deve ser destinada à coleta seletiva, sendo disposta em coletor apropriado para plástico (coletor vermelho).

SERVO FREIO

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I.: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco, água e sabão (externo).

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) inspecionar a válvula de retenção de vácuo (verificar se ela está permitindo a passagem de ar em apenas um sentido);
- b) verificar o avanço e retorno da haste do servo freio;
- c) verificar vácuo com o veículo ligado (pedal de freio deve estar leve ao ser acionado com o motor do veículo ligado).

Procedimento de desmontagem e montagem: O servo-freio é fixado por parafusos à carroceria do veículo, dentro do cofre do motor. Sua haste de entrada está ligada ao pedal de freio enquanto que a haste de saída está ligada ao cilindro mestre. Para proceder com a remoção e instalação, é necessária a remoção do cilindro mestre e do ponto de fixação da haste de entrada no pedal de freio.

Procedimento de manutenção:

- a) válvula de retenção ineficaz – substituir;
- b) avanço e retorno da haste comprometidos – substituir servo freio;
- c) servo freio não produz vácuo com o veículo ligado e válvula de retenção ok – substituir servo freio.

Descarte de materiais: Este componente é metálico e pode ser descartado com a ajuda de cooperativas que recolhem resíduos industriais.

CILINDRO MESTRE

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I.: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco por fora e fluido de freio por dentro.

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) inspecionar visualmente quanto a possíveis vazamentos;
- b) testar o acionamento no veículo e em bancada;
- c) verificar as molas e vedações de borracha.

Procedimento de desmontagem e montagem: O cilindro mestre é localizado no cofre do motor e está ligado à tubulação rígida do sistema de freios, sua fixação se dá com auxílio de porcas ou parafusos diretamente no servo-freio. Para sua remoção é necessário remover as tubulações rígidas, para isso é recomendado o uso de chave poligonal aberta para impedir danos à porca de conexão.

Procedimento de manutenção:

- a) vazamentos – reapertar as conexões de rosca da tubulação rígida e encaixar o reservatório nas borrachas de vedação;
- b) acionamento ineficiente – substituir;
- c) problemas nas molas e vedações de borracha – substituir.
- d) vazamento pela gaxeta primária – substituir

Descarte de materiais: Por este componente ser metálico, pode ser descartado com ajuda de cooperativas que recolhem resíduos industriais.

RESERVATÓRIO DO FLUIDO DE FREIO

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: água e sabão.

No diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise, inspecionar visualmente quanto a possíveis:

- a) rachaduras;
- b) contaminantes;
- c) vazamentos.

Procedimento de desmontagem e montagem: O reservatório de fluido de freio pode estar preso por parafusos, travas ou simplesmente encaixado nas vedações de borracha do cilindro mestre. Antes de remover o reservatório remova o fluido de freio utilizando uma seringa. Caso isso não seja possível, tenha um recipiente próximo, já que o fluido de freio vai escorrer pelas aberturas do reservatório. Não permita que o fluido de freio entre em contato com outros componentes do cofre do motor ou com a latria do veículo. Caso aconteça utilize água para limpeza. O fluido de freio apresenta elevada corrosividade danificando as superfícies que por ventura entre em contato.

Procedimento de manutenção:

- a) rachaduras – substituir;
- b) contaminantes no fluido de freio – substituir o fluido de freio realizando o procedimento de sangria hidráulica;
- c) vazamentos – encaixar o reservatório nas borrachas de vedação e fechar a tampa.

Descarte de materiais: Este componente é plástico e deve ser depositado em coletor de coleta seletiva (coletor vermelho). Lembre-se de antes de destiná-lo como resíduo o reservatório deve ser lavado a fim de remover o resíduo de fluido de freio.

LUZ DE FREIO E DE ANOMALIA

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: botina, jaleco.

Limpeza: não se aplica.

No diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise, verificar:

- a) se a luz do painel acende ao remover o fluido de freio do reservatório;
- b) se a luz de freio (atrás do veículo) acende ao acionar o pedal de freio.

Procedimento de desmontagem e montagem: A luz espia do freio, normalmente pode ser acessada por meio da remoção do painel de instrumentos, antes de executar este processo de intervenção, consulte o manual de serviço do veículo. Já a luz de sinalização do freio em muitos veículos pode ser acessada pelo porta malas, sem a necessidade de remover o acrílico de sinalização, em outros veículos se dá a necessidade de remoção da sinaleira traseira para intervenção no sistema de iluminação.

Procedimento de manutenção:

- a) luz do painel não acende – verificar, com multímetro, se a tampa do reservatório do fluido de freio está funcionando adequadamente;
- b) luz do painel queimada – substituir;
- c) luz de freio não acende – verificar, com multímetro, se o interruptor de freio (no pedal ou cilindro mestre) está funcionando adequadamente;
- d) luz de freio queimada – substituir.

Descarte de materiais: Estes componentes elétricos possuem vidro e devem ser descartados em coletores de coleta seletiva.

TUBULAÇÃO RÍGIDA E FLEXÍVEL

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco, água e sabão (externo).

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) inspecionar a tubulação rígida quanto a avarias e vazamentos;
- b) inspecionar a tubulação flexível quanto a avarias e vazamentos;
- c) verificar se o sistema possui obstruções na linha, sangrando as rodas.

Procedimento de desmontagem e montagem: As tubulações são fixas a carroceria do veículo por fixadores e parafusos, elas possuem entre si conexões prensadas e roscadas, que podem ser removidas utilizando chaves de boca convencionais. A fixação das tubulações rígidas deve ser removida com chave poligonal aberta.

Procedimento de manutenção:

- a) tubulação rígida com avarias e vazamentos – substituir;
- b) tubulação flexível com avarias e vazamentos – substituir;
- c) obstrução na linha – desobstruir com ar comprimido e substituir o fluido de freio.

Descarte de materiais: Este componente é metálico e pode ser descartado em cooperativas que recolhem resíduos industriais.

VÁLVULAS DE CONTROLE DE PRESSÃO

Armazenamento: local limpo e seco.

Manuseio: manual.

E.P.I: luva de pano, botina, jaleco e óculos.

Limpeza: pano seco, água e sabão (externo).

Diagnóstico de anomalias, inspeção, teste e análise:

- a) verificar no dinamômetro a distribuição da pressão de frenagem.

Procedimento de desmontagem e montagem: Estas válvulas não devem ser desmontadas, pois sua calibração é feita na fábrica por intermédio de um ajuste fino.

Procedimento de manutenção:

- a) problemas na distribuição da pressão de frenagem – substituir.

Descarte de materiais: Este componente é metálico e pode ser descartado em cooperativas que recolhem resíduos industriais.

6.6.1 SANGRIA DE FREIO

Da mesma forma que o sistema de direção, o sistema de freio hidráulico funciona a partir do princípio de Pascal, que constata que líquidos não podem ser comprimidos, diferente do ar, por exemplo.

No sistema de freio, a sangria é feita a partir da pressão gerada no cilindro mestre, seja pelo uso de equipamento de sangria (procedimento realizado por somente um técnico), ou pelo acionamento do pedal de freio (procedimento feito por dois técnicos, um gera a pressão e o outro realiza o procedimento nas rodas). O procedimento é o seguinte:

- a) gera-se pressão no cilindro mestre para todas as rodas e mantém-se a pressão;
- b) abre-se o parafuso de sangria da roda mais distante do cilindro mestre, permitindo que fluido de freio e bolhas de ar saiam (o uso de uma mangueira transparente permite visualizar o momento em que as bolhas de ar saem);
- c) fecha-se o parafuso de sangria;
- d) alivia-se a pressão no cilindro mestre;
- e) Repete-se o procedimento até que não seja mais possível ver bolhas na saída do parafuso de sangria.

É necessário realizar a sangria em cada uma das rodas, da mais distante do cilindro mestre até a mais próxima. Alguns fabricantes recomendam que seja feito o procedimento em X, começando pela roda traseira direita, depois dianteira esquerda, traseira esquerda e dianteira direita.



RECAPITULANDO

Chegando ao final deste último capítulo sobre sistemas de freios, você pôde aprender sobre diversos conceitos relacionados a este sistema tão importante para um veículo. Iniciando seus estudos pelos princípios físicos aplicados à frenagem, compreendendo o que ocorre desde o momento em que o pedal do freio é pressionado até a parada do veículo.

Em seguida, você conheceu o sistema de freio à disco, seu funcionamento e seus componentes. Na sequência, você leu a respeito do sistema de freio a tambor aprendendo sobre suas particularidades.

Depois de conhecer os sistemas à disco e a tambor, você conheceu o sistema misto, que é empregado em alguns veículos nos quais se reúne características de ambos os sistemas citados anteriormente. Posteriormente, você conheceu os componentes de acionamento do sistema de freio, eles são os responsáveis por levar a pressão gerada no pedal de freio até às rodas do veículo.

Para finalizar o capítulo e o seu livro didático, você leu a respeito do diagnóstico e manutenção dos componentes do sistema de freio.

Parabéns! Você encerrou mais uma etapa da sua formação. Continue seus estudos!

REFERÊNCIAS

- ABRAPNEUS/SICOP; SINDIREPA/SP. **Literatura automotiva**: Geometria da suspensão. 2009. 20 p. (Manual). Disponível em: <http://abrapneus.com.br/documentos/PDFfinal_CartilhaAbrapneus01.pdf>. Acesso em: 26 maio 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br>>. Acesso em: 10 jun. 2015.
- _____. ABNT NBR 10.004. **Resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br>>. Acesso em: 12 jun. 2015.
- ARIAS-PAZ, M. **Manual do automóvel**. São Paulo (SP): Hemus, [2011]. 858 p.
- BOSCH, R. **Manual de tecnologia automotiva**. Tradução: Helga Madjderey, Gunter W Prokesch, Euryale de Jesus Zerbini, Suely Pfeferman- São Paulo: Blucher, 2005.
- BRAGA, R. **Balanceamento dinâmico ou estático? Carro trepida acima de 80km/h?** In: Se meu carro falasse. [blog na internet]. Disponível em: <<http://www.semeucarrofalasse.com/carro-trepida-acima-de-80kmh/>>. Acesso em: 23 jun. 2015.
- CASARIL, A. **Modelagem Matemática e Avaliação Experimental do Módulo de Elasticidade de Materiais Compósitos Particulados de Matriz Fenólica para Uso como Material de Fricção**. 2009. Dissertação. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/18324/000726668.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 18 jul. 2015.
- CARROS NA WEB. **Rodas**. Disponível em: <<http://www.carrosnaweb.com.br/dicasrodas.asp>>. Acesso em: 10 jul. 2015.
- CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. Art. 26 – Lei 8078/90. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/topicos/10604414/artigo-26-da-lei-n-8078-de-11-de-setembro-de-1990>>. Acesso em: 07 abr. 2015.
- COSTA, P.G. **Cambagem**. 2001-2002. Disponível em: <<http://www.oficinaecia.com.br/bibliadocarro/biblia.asp?status=visualizar&cod=154>>. Acesso em: 16 maio 2015.
- _____. **Hidrovácuo**. 2001-2002. Disponível em: <<http://www.oficinaecia.com.br/bibliadocarro/biblia.asp?status=visualizar&cod=109>>. Acesso em: 17 maio 2015.
- DAIMLERCHRYSLER. **Direção Hidráulica Mercedes-Benz**. In: Global Training. Campinas/SP. 26p.
- ENTENDA SEU CARRO [blog na internet]. **Rodas esportivas e pneus**: Escolha do jeito certo! Disponível em: <<http://entendaseucarro.com.br/escolhendo-rodas-e-pneus/>>. Acesso em: 18 abr. 2015.
- FIAT AUTOMÓVEIS. **Rodas e pneus**. São Paulo (SP): Fiat Automóveis, 2008. 45p.
- FORD. **Treinamento de Serviço**: Conceito e funcionamento de suspensão e direção.
- HANKOOK. Disponível em: <http://www.hankooktire.com.br/image/tot_img2.jpg>. Acesso em: 18 maio 2015.
- HARRIS, W. **Como funcionam as suspensões dos carros**. In: How stuff Works. Disponível em: <<http://carros.hsw.uol.com.br/suspensoes-dos-carros1.htm>>. Acesso em: 10 abr. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO. Portaria nº 5 de 14 de janeiro de 2000. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/rtac000621.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2015.

MECÂNICA ONLINE. Disponível em:

<<http://www.mecanicaonline.com.br/2009/8+agosto/2+tecnovidade/honda+city+ivtec.html>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

NAKATA, **Manual. Manual Nakata para sistemas de freios**. Disponível em: <<http://www.nakata.com.br/files/catalogo/arquivo/3.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2015.

NICE, K. **Direção de esferas recirculantes**. In: How stuff Works. Disponível em: <<http://carros.hsw.uol.com.br/direcao-dos-carros3.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

NOTÍCIAS DA OFICINA. **Suspensão dianteira do Golf, Beetle e Bora**. Disponível em: <<http://www.noticiasdaoficinavw.com.br/v2/2012/03/suspensao-dianteira-do-golf-beetle-e-bora/>>. Acesso em: 23 jul. 2015.

OMECANICO. 2014, ed. 242. Disponível em: <<http://www.omecanico.com.br/modules/revista.php?recid=1157>>. Acesso em: 23 jun. 2015.

PEREIRA, M. F. **Planejamento estratégico: teoria, modelos e processos**. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

PRIETO, R. D. **Freios hidráulicos: da física básica à dinâmica veicular**. SENAI/SP, 2014.

REZULTEO. **Pneus simétricos, assimétricos, direcionais: como escolher?** Disponível em: <<http://www.rezulteo-pneus.com.pt/guia-pneus/comprar-bem-pneus/pneus-simetricos-assimetricos-direcionais-como-escolher-23677>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

SENAI/DN. **Sistemas de direção**. Brasília (DF): SENAI/DN, 2012. 181p.

SENAI/PE. **Suspensão e direção**. Recife, SENAI/DITEC/DET, 2011. (Apostila).

SHARP, B. **Barra Estabilizadora: ótima enquanto funciona**. In: Autoentusiastas. 2011. Disponível em: <<http://autoentusiastas.com.br/2011/03/barra-estabilizadora-otima-enquanto-funciona/>>. Acesso em: 12 jun. 2015.

TOYOTA. **Técnico em diagnóstico Toyota: diagnóstico em chassi**. 2007.

TEVES, Itt Automotive. **Manual de treinamento: conhecimentos básicos sobre sistemas de freio**.

MINICURRÍCULO DOS AUTORES

ALLESSE CARVALHO RODRIGUES

É graduando em administração pela Universidade Federal de Santa Catarina, técnico em manutenção automotiva pelo SENAI/SC e instrutor de náutica habilitado pela academia técnica Yamaha (YTA) nível prata. Colaborador do SENAI/SC desde 2010, já lecionou no curso técnico em manutenção automotiva, nos cursos de qualificação da área automotiva e náutica. Coordenou por três anos a equipe multidisciplinar de instrutores da qualificação profissional da unidade onde trabalha. Atualmente tem contribuído com a instituição elaborando material didático para a educação a distância.

ALEXANDRE DE ÁVILA

É técnico em Manutenção Automotiva, formado no SENAI-SC desde 2013. Realizou diversos cursos na área de Manutenção Automotiva. Trabalhou com reparação automotiva em oficinas de pequeno e médio porte e em uma grande concessionária, com mecânica, elétrica e tapeçaria. Atua como docente em cursos de Qualificação Profissional, ministra aulas de mecânica e elétrica automotiva.

MATEUS HENRIQUE MENDES

É formado no Curso Técnico em Automobilística pelo SENAI Porto Alegre – RS desde 2011. Posteriormente, participou de diversas palestras e *workshops* relacionados ao setor automotivo. Atualmente, ministra aulas relacionadas a sistemas mecânicos, eletricidade veicular, gerenciamento eletrônico, lubrificantes, aditivos e combustíveis automotivos no SENAI São José/Palhoça – SC, atuando na educação de jovens e adultos em cursos de ensino técnico. É graduado no curso superior de tecnologia em processos gerencias e está cursando a pós-graduação no curso de engenharia da produção.

ROGÉRIO DA SILVA MENDONÇA

Docente do SENAI SC, participa da elaboração do material didático para o curso de Técnico em Manutenção Automotiva. Concluiu curso técnico e ensino médio em 1984, no Instituto Estadual de Educação e Centro de Estudos Universitários e atualmente está cursando Graduação em Administração. Desde o ano de 1993 tem participado de cursos de aperfeiçoamento em manutenção automotiva. Possui 20 anos de experiência como empreendedor nos segmentos de manutenção mecânica e pintura automotiva.

ÍNDICE

A

ABNT, 18, 143, 147

Agregado, 5, 9, 35, 36, 37, 42, 43, 50, 51, 52, 87, 147

Alinhamento, 6, 10, 13, 28, 53, 75, 92, 93, 100, 101, 102, 103, 147

B

Balanceamento, 5, 9, 13, 57, 68, 69, 70, 72, 143, 147

Barra axial, 5, 78, 79, 88, 89, 93, 147

Barra estabilizadora, 5, 9, 44, 45, 52, 144, 147

Batentes, 5, 9, 45, 53, 54, 92, 147

Bieletas, 5, 9, 44, 45, 53, 147

Braço oscilante, 5, 9, 35, 43, 45, 51, 52, 147

C

Caixa de direção, 6, 42, 51, 75, 77, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 93, 147

Câmbler, 6, 7, 96, 97, 98, 147

Cáster, 6, 7, 95, 96, 147

Catálogo, 7, 9, 15, 17, 18, 19, 147

Cavalete de freio, 112, 129, 130, 147

Checklist, 21, 147

Cilindro de roda, 6, 115, 116, 117, 118, 133, 147

Cilindro mestre, 7, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 137, 138, 139, 141, 147

Convergência, 6, 93, 94, 147

Coxim, 5, 9, 35, 42, 49, 50, 95, 147

Cubo de roda, 5, 46, 47, 48, 54, 55, 108, 114, 115, 147

D

Dependente, 5, 9, 34, 35, 37, 46, 147

Diagnóstico, 6, 9, 10, 13, 15, 19, 20, 21, 25, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 70, 87, 88, 89, 90, 91, 102, 112, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 144, 147

Diagonal, 5, 63, 64, 147

Direção, 5, 6, 10, 13, 15, 16, 18, 23, 24, 25, 28, 29, 42, 46, 47, 51, 54, 62, 68, 70, 72, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 97, 100, 101, 111, 140, 143, 144, 147, 150

Disco de freio, 6, 46, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 129, 131, 147

Divergência, 6, 93, 94, 95, 147

DOT, 5, 6, 7, 9, 10, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 105, 106, 108, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 145, 148, 151

Double wishbone, 5, 35, 36, 148

E

EPIs, 13, 29, 103, 148

Equipamentos, 7, 9, 13, 15, 16, 17, 20, 24, 25, 28, 29, 30, 69, 105, 141, 148

Espelho de freio, 6, 116, 118, 132, 133, 134, 135, 148

Esterçamento, 47, 76, 80, 82, 84, 92, 93, 148

F

Ferramentas, 5, 7, 9, 13, 15, 16, 17, 20, 21, 24, 25, 28, 29, 49, 51, 88, 103, 148

Fluido de freio, 23, 112, 122, 125, 126, 127, 130, 138, 148

Freio, 6, 7, 10, 13, 15, 16, 17, 18, 23, 25, 29, 46, 54, 72, 105, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 144, 147, 148, 149, 150

Freio à disco, 108, 148

Freio misto, 6, 10, 118, 119, 148

G

Garantia, 9, 15, 19, 20, 148

I

Independente, 5, 9, 34, 35, 37, 148

Instrumentos, 7, 9, 13, 15, 20, 24, 28, 29, 105, 125, 139, 148

K

KPI, 6, 97, 98, 148

L

Legislação, 19, 22, 23, 148

Lonas de freio, 6, 113, 115, 148

M

Manga de eixo, 5, 9, 35, 36, 43, 46, 47, 50, 54, 55, 78, 88, 89, 95, 112, 131, 148

Manuais, 9, 15, 17, 18, 19, 24, 148

Manual de reparação, 16, 17, 50, 51, 53, 54, 73, 82, 84, 87, 88, 89, 90, 92, 109, 126, 127, 132, 135, 148

Manual do proprietário, 17, 82, 127

McPherson, 5, 35, 36

Molas, 5, 6, 9, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 48, 49, 50, 81, 109, 116, 117, 118, 121, 123, 124, 132, 133, 136, 137, 138

Multilink, 5, 36

N

NBR, 23, 127, 143

Normas ambientais, 9, 22

Normas técnicas, 9, 15, 17, 18, 19, 23, 29, 126, 143

O

Off-set, 5, 60, 69

Orçamento, 9, 13, 15, 19, 20, 21

Ordem de serviço, 13, 19

P

Pascal, 6, 79, 92, 106, 140

Pastilhas de freio, 23, 109, 110

Pinça de freio, 6, 109, 110, 111, 112, 116, 129, 130, 131

Pinhão e cremalheira, 5, 10, 13, 75, 76, 80, 81, 85

Pivô, 5, 35, 43, 44, 46, 51, 52, 95

Planejamento, 9, 13, 15, 16, 17, 144

Pneu, 5, 57, 58, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 99

Princípios físicos, 7, 10, 13, 105, 106, 107

R

Radial, 5, 63, 64, 65, 72, 87

Resíduos, 9, 15, 22, 23, 24, 43, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 88, 89, 90, 91, 92, 103, 109, 115, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 140, 143

Roda, 5, 6, 35, 36, 41, 46, 47, 48, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 73, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 108, 109, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 126, 127, 129, 131, 132, 133, 141, 147

Rolamento, 5, 42, 47, 48, 50, 54, 55

S

Sangria, 6, 10, 90, 91, 92, 112, 116, 138, 140, 141

Sapatas de freio, 115, 116, 117, 118, 119, 132, 133, 134, 135

Semi-independente, 9, 34, 37

Servo-assistência elétrica, 10, 82

Servo-assistência eletro-hidráulica, 81

Servo-assistência hidráulica, 10, 79, 81, 84, 85, 86

Servo-freio, 7, 121, 122, 137

Setor e sem-fim, 6, 13, 75, 83, 84, 85, 86

Software, 21

Suspensão, 5, 6, 9, 13, 15, 16, 18, 23, 24, 25, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 42, 43, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 61, 70, 72, 76, 79, 95, 101, 118, 127, 129, 132, 143, 144

T

Tambor de freio, 6, 46, 54, 113, 114, 115, 116, 118, 131, 132

Terminal de direção, 5, 46, 78, 79, 88, 89

T.W.I., 5, 71, 72

**SENAI - DEPARTAMENTO NACIONAL
UNIDADE DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – UNIEP**

Felipe Esteves Morgado
Gerente Executivo

Waldemir Amaro
Gerente

Fabiola de Luca Coimbra Bomtempo
Coordenação Geral do Desenvolvimento dos Livros Didáticos

SENAI – DEPARTAMENTO REGIONAL DE SANTA CATARINA

Selma Kovalski
Coordenação do Desenvolvimento dos Livros Didáticos

Allesse Carvalho Rodrigues
Alexandre de Ávila
Mateus Henrique Mendes
Rogério da Silva Mendonça
Elaboração

Teófilo Manoel da Silva Junior
Revisão Técnica

Karine Marie Arasaki
Coordenação do Projeto

Morgana Machado
Design Educacional

Denise de Mesquita Corrêa
Revisão Ortográfica e Gramatical

Alexandre de Ávila
Evelin Lediani Bao
Maicon de Oliveira Pereira
Fotografias

Ana Fleck
Davi Leon Dias
Diego Fernandes
Paulo Cordeiro
Ilustrações e Tratamento de Imagens

Thinkstock
Freeimages
Banco de imagens

Allesse Carvalho rodrigues
Edison Bonifácio
Felipe Leonardo Reis dos Anjos
Francisco David de Lima e Silva
Sérgio Luis Carvalho Flor
Comitê Técnico de Avaliação

Marina Berretta Mori Ubaldini
Diagramação

Tatiana Daou Sigalin
Revisão e fechamento de arquivo

Denise de Mesquita Corrêa
Normalização

Taciana dos Santos Rocha Zacchi
CRB – 14.1230
Ficha Catalográfica

i-Comunicação
Projeto Gráfico



*Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria*

ISBN 978-85-7519-883-4



9 788575 198834