



**PDE | PRONATEC**

PROGRAMA NACIONAL DE ACESSO AO  
ENSINO TÉCNICO E EMPREGO

# ELETRICISTA DE AUTOMÓVEIS

Promoção: Ministério da  
Educação

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

Realização:



Caro aluno,

O Governo Federal criou o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC), com o objetivo de oferecer aos estudantes da rede pública, aos beneficiários de programas sociais e do seguro-desemprego a possibilidade de fazer um curso profissionalizante que lhe proporcione oportunidades de inserção no mundo do trabalho e de pleno exercício da cidadania.

Nesse sentido, envolvendo os Ministérios da Educação, do Trabalho e do Desenvolvimento Social, numa parceria com as Secretarias de Educação, de Assistência Social dos Estados e Municípios, na condição de demandantes, e os Serviços Nacionais de Aprendizagem e os Institutos Federais, como ofertantes, foram disponibilizadas vagas gratuitas em cursos de educação profissional, de acordo com as demandas regionais. Por isso, você está aqui agora conosco.

Com esses esclarecimentos iniciais, é com muita satisfação que recebemos você no SENAI, o maior complexo de Educação Profissional da América Latina e um dos maiores do mundo. Braço formador de trabalhadores para o desenvolvimento industrial do Estado e do País, o SENAI atua, também, na prestação de serviços técnicos e tecnológicos, na inovação e na transferência de tecnologias às nossas empresas industriais.

Essa estrutura é para receber você, estudante, em nossa Rede de Escolas e de Faculdades de Tecnologia SENAI em Goiás. Faremos todo o esforço para lhe oferecer uma formação profissional de qualidade e contemporânea com as demandas deste mundo globalizado, onde ciência e tecnologia precisam estar a serviço da humanidade. Este é o nosso compromisso com você e com a sociedade em geral.

Esperamos que este material didático, elaborado por professores, instrutores e técnicos do SENAI, possa lhe ajudar a abrir novos horizontes em sua vida pessoal e profissional.

Seja bem-vindo ao SENAI Goiás.

Paulo Vargas  
Diretor Regional

**PROGRAMA NACIONAL DE ACESSO AO ENSINO TÉCNICO E  
EMPREGO – PRONATEC – FNDE – MEC**

**SENAI**

Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria

SÉRIE AUTOMOTIVA

# FUNDAMENTOS DOS SISTEMAS ELÉTRICOS AUTOMOTIVOS



# Lista de ilustrações

---

Figura 1 - Eletrosfera e núcleo de um átomo.....	14
Figura 2 - Princípio da atração.....	15
Figura 3 - Princípio de repulsão.....	15
Figura 4 - Força de atração e força centrífuga.....	16
Figura 5 - Polo negativo e polo positivo de uma pilha.....	17
Figura 6 - Circuito com uma lâmpada apagada – chave aberta.....	18
Figura 7 - Circuito com uma lâmpada acesa – chave fechada.....	19
Figura 8 - Lâmpada (resistência).....	20
Figura 9 - Símbolos de resistência elétrica.....	20
Figura 10 - Corrente circulando pelo condutor.....	22
Figura 11 - Resistência linear.....	27
Figura 12 - Área de seção transversal do condutor.....	30
Figura 13 - Comprimento do condutor.....	30
Figura 14 - Temperatura de trabalho.....	31
Figura 15 - Tensões de um circuito.....	36
Figura 16 - Circuito em paralelo.....	37
Figura 17 - Modelos de voltímetro.....	40
Figura 18 - Formas de conectar o voltímetro ao circuito.....	41
Figura 19 - Tipos de amperímetro.....	42
Figura 20 - Passo a passo para a utilização do amperímetro.....	43
Figura 21 - Forma de utilização do alicate amperímetro.....	43
Figura 22 - Ohmímetro.....	44
Figura 23 - Passo a passo para a utilização do ohmímetro.....	44
Figura 24 - Modelos de multímetro.....	45
Figura 25 - Partes de um multímetro.....	46
Figura 26 - Caneta de polaridade.....	47
Figura 27 - Funcionamento da caneta de polaridade.....	48
Figura 28 - Tipos de osciloscópio automotivo.....	48
Figura 29 - Modelos de resistores (filme e fio).....	54
Figura 30 - Resistor com as faixas de cores.....	55
Figura 31 - Modelo de resistor de valor variável.....	56
Figura 32 - Modelos de capacitores (cerâmico e eletrolítico).....	57
Figura 33 - Constituição de um capacitor.....	57
Figura 34 - Funcionamento de um capacitor.....	58
Figura 35 - Polos de um ímã.....	59
Figura 36 - Forças de atração e repulsão de um ímã.....	59
Figura 37 - Ímã dividido: os polos não se separam.....	60
Figura 38 - Linhas de força do campo magnético de um ímã.....	60
Figura 39 - Regra da mão esquerda para saber o sentido do campo magnético.....	62

Figura 40 - Regra da mão direita .....	62
Figura 41 - Eletroímã.....	63
Figura 42 - Indutores.....	63
Figura 43 - Relé .....	64
Figura 44 - Funcionamento do relé ligado e desligado .....	64
Figura 45 - Relé: circuito de comando e circuito de carga .....	65
Figura 46 - Relé auxiliar com cinco terminais .....	66
Figura 47 - Modelos de fusível .....	66
Figura 48 - Comutador de ignição .....	68
Figura 49 - Posições de funcionamento de um comutador de ignição .....	68
Figura 50 - Exemplo de fio elétrico com duas cores.....	70
Figura 51 - Circuito em série .....	76
Figura 52 - Esquema de ventilação interna com 4 velocidades.....	77
Figura 53 - Circuito paralelo .....	78
Figura 54 - Esquema elétrico das luzes de freio .....	80
Figura 55 - Circuito misto: passo a passo para cálculo da resistência total.....	81
Figura 56 - Diagrama elétrico das luzes de posição, farol baixo e farol alto .....	82
Figura 57 - Diagrama elétrico de farol auxiliar.....	83
Figura 58 - Diagrama elétrico de luzes de direção e emergência.....	84
Figura 59 - Diagrama elétrico de luzes de freio.....	85
Figura 60 - Diagrama elétrico das luzes de ré.....	85
Figura 61 - Diagrama elétrico da luz de cortesia (luz de teto) .....	86
Figura 62 - Diagrama elétrico alternador .....	88
Figura 63 - Diagrama elétrico do motor de partida.....	89
Figura 64 - Descarte de materiais.....	91
Figura 65 - Coleta de resíduos elétricos e eletrônicos .....	93
Figura 66 - Coletas seletoras .....	94
Quadro 1 - Módulo básico e módulo introdutório de cursos da automotiva .....	11
Quadro 2 - Simbologia de componentes elétricos mais comuns.....	75
Quadro 3 - Substâncias e os prejuízos aos seres vivos.....	97
Quadro 4 - Tipos de resíduos e sua classificação quanto aos riscos .....	98
Tabela 1 - Tabela de conversão numérica.....	28
Tabela 2 - Resistividade de materiais .....	28
Tabela 3 - Código de cores.....	55
Tabela 4 - Código de cores de um resistor .....	55
Tabela 5 - Capacidade de condução de acordo com a cor do fusível .....	67

# Sumário

---

2 Grandezas Elétricas .....	13
2.1 Eletricidade .....	14
2.2 Elestrostática .....	14
2.3 materiais condutores e isolantes .....	16
2.4 grandezas elétricas básicas.....	16
2.4.1 Tensão elétrica.....	17
2.4.2 Corrente elétrica.....	18
2.4.3 Resistência elétrica .....	19
2.4.4 Potência elétrica .....	21
3 Primeira e Segunda Lei de Ohm .....	25
3.1 Primeira lei de Ohm .....	26
3.2 Segunda lei de Ohm.....	28
3.2.1 Tipos de materiais .....	28
3.2.2 Área de seção transversal .....	29
3.2.3 Comprimento .....	30
3.2.4 Temperatura de trabalho .....	31
4 Introdução à Lei Kirchhoff .....	35
4.1 Tensão.....	36
4.2 Corrente .....	36
5 Instrumentos de Medição e Equipamentos Elétricos .....	39
5.1 Tipos .....	40
5.2 Funções.....	40
5.2.1 Voltímetro .....	40
5.2.2 Amperímetro .....	41
5.2.3 Ohmímetro.....	44
5.2.4 Multímetro.....	45
5.2.5 Caneta de polaridade .....	47
5.2.6 Osciloscópio.....	48
5.3 Características.....	49
6 Componentes Elétricos - Tipos e Características .....	53
6.1 Resistor .....	54
6.1.1 Resistores de valor fixo.....	54
6.1.2 Resistor de valor variável.....	56
6.2 Capacitor .....	56

6.3 Indutor.....	59
6.3.1 Magnetismo.....	59
6.3.2 Eletromagnetismo.....	61
6.4 Relé.....	64
6.5 Fusível.....	66
6.6 Comutador de ignição.....	68
6.7 Condutor.....	69
7 Circuitos Elétricos.....	73
7.1 Desenhos de circuitos.....	74
7.2 Simbologia.....	74
7.3 Circuito em série.....	76
7.4 Circuito paralelo.....	78
7.5 Circuito misto.....	81
7.6 Diagramas elétricos.....	82
7.6.1 Circuito de sinalização e iluminação.....	82
7.6.2 Circuito de carga.....	87
7.6.3 Circuito de partida.....	88
8 Descarte de Materiais.....	91
8.1 Norma técnica ABNT NBR 10.004.....	92
8.1.1 Demais normas.....	92
8.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei Federal n. 12.305, de 02 de Agosto de 2010.....	93
8.2.1 Demais requisitos legais.....	94
8.3 Resíduos eletrônicos.....	95
8.4 Equipamentos de proteção.....	99
Referências.....	101
Minicurrículo dos Autores.....	103
Índice.....	105



Você já pensou em como a eletricidade é importante em nossa rotina diária? Percebeu como ela está conectada a tudo o que fazemos? Já se perguntou, por exemplo, por que um pente de plástico, após pentear os cabelos, pode atrair partículas de papel? E quanto às lâmpadas, faróis, rádio e buzina de um automóvel? Como esses dispositivos funcionam? O que os alimenta? De onde vem essa energia e como ela é gerada? São várias as dúvidas que surgem quando o assunto envolve eletricidade, não é mesmo? Então, vamos esclarecer tudo isso a partir de agora. Antes, confira os objetivos deste objeto de aprendizagem:

- a) saber o que é eletricidade e eletrostática;
- b) entender como funciona o princípio da atração e o da repulsão;
- c) conhecer as características de materiais condutores e de materiais isolantes de eletricidade;
- d) conhecer as grandezas elétricas;
- e) identificar as unidades de medida de cada grandeza;
- f) entender o funcionamento de circuitos que envolvem essas grandezas, por meio de exemplos práticos.

Para começar a alcançar nossos objetivos de aprendizagem, primeiramente vamos conhecer alguns conceitos básicos de termos que serão muito utilizados na sua profissão. São eles: eletricidade, eletrostática, materiais condutores e grandezas elétricas.

## 2.1 ELETRICIDADE

A eletricidade é um fenômeno físico resultante da combinação de uma força chamada **tensão elétrica** e do movimento de partículas (elétrons) denominado **corrente elétrica**. Mas o que seria tensão e corrente elétrica? Para compreendermos melhor essas grandezas, vamos estudar sobre os princípios da eletrostática.



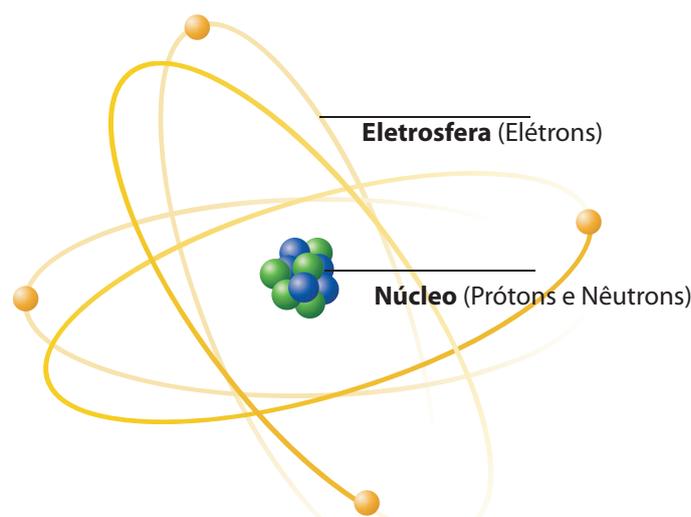
### VOCÊ SABIA?

O termo “eletricidade” provém da palavra grega *élektron*, que significa âmbar. A eletricidade foi descoberta pelo filósofo grego Tales de Mileto, que ao esfregar um âmbar em um pedaço de pele de carneiro, observou que pedaços de palha e fragmentos de madeira começaram a ser atraídos pelo próprio âmbar.

## 2.2 ELESTROSTÁTICA

A eletrostática é um ramo da física que estuda o comportamento e os fenômenos relacionados às cargas elétricas em repouso. E o que seriam essas cargas elétricas?

Todos os elementos existentes em nosso meio são constituídos por partículas denominadas **átomos**. Esses átomos são divididos basicamente em duas partes: **núcleo** e **eletrosfera**.



Denis Pachter (2012)

Figura 1 - Eletrosfera e núcleo de um átomo

O núcleo é a parte estática do átomo, que contém os chamados prótons (cargas positivas) e os nêutrons (cargas neutras). A eletrosfera é a parte dinâmica do

átomo, que contém os elétrons (cargas negativas). Os elétrons ficam em orbitais ao redor do núcleo como se fossem planetas ao redor do Sol.

Agora que já sabemos quais são as cargas elétricas e onde elas se encontram, vamos conhecer um pouco sobre seus princípios e comportamentos, a que chamamos de **princípio da atração** e **repulsão**.

- a) **Princípio da atração** – ocorre entre cargas de sinais opostos. Esse princípio evidencia que **cargas elétricas de sinais contrários se atraem**.



Figura 2 - Princípio da atração

- b) **Princípio de repulsão** – ocorre entre cargas de sinais iguais. Dentro desse princípio, **cargas elétricas de mesmo sinal se repelem**.

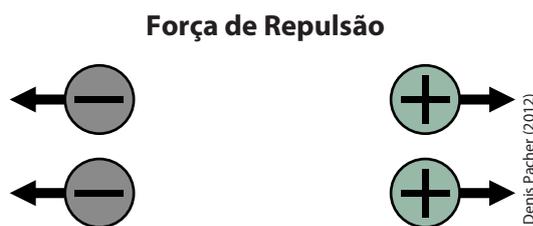


Figura 3 - Princípio de repulsão

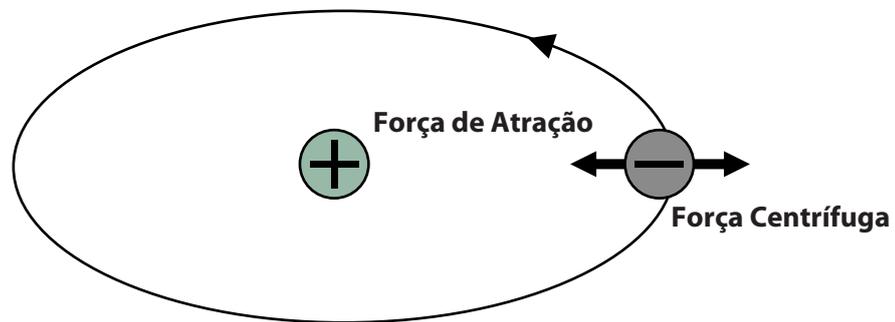


### VOCE SABIA?

Se você passar o pente várias vezes no seu cabelo e aproximá-lo de pequenos pedaços de papel, o pente funcionará como um ímã. Esse movimento, que se chama eletrização por atrito, ocorre porque o atrito de um corpo com outro faz com que um dos corpos perca elétrons, deixando-os com carga de sinais opostos, ocasionando o princípio da atração.

Agora você deve estar se perguntando: se cargas de sinais contrários se atraem, como os elétrons e os prótons podem ficar separados no átomo?

Bem, vamos tentar esclarecer melhor essa questão. Como vimos, os prótons ficam no núcleo, parte do átomo que se mantém imóvel, enquanto os elétrons estão em movimento ao seu redor. Essa movimentação do elétron ao redor do núcleo gera forças centrífugas que tendem a afastar o elétron de seu núcleo, porém a força de atração existente entre elétron e próton faz com que o elétron mantenha sua trajetória em torno do núcleo. Veja uma ilustração desse contexto.



Denis Pacher (2012)

Figura 4 - Força de atração e força centrífuga

Agora você já sabe o que é eletrostática e já sabe a diferença entre os princípios da atração e da repulsão. Vamos agora explorar o que são materiais condutores e isolantes.

## 2.3 MATERIAIS CONDUTORES E ISOLANTES

Você já percebeu que em nosso meio existem alguns tipos de materiais que conduzem bem eletricidade e outros não? Saberíamos explicar por que isso acontece? Bem, esses componentes da eletricidade são chamados de **condutores** e **isolantes**.

Os **condutores**, como o próprio nome sugere, transportam facilmente a eletricidade de um ponto a outro. Esses materiais possuem átomos com elétrons livres em sua última camada, chamada de camada de valência. Esses elétrons se desprendem do átomo com muita facilidade. Como exemplo, podemos citar os seguintes metais: cobre, alumínio e ouro.

Por outro lado, os **isolantes** têm como função impedir que a eletricidade flua de um ponto a outro. Os isolantes são materiais que possuem átomos com elétrons fortemente ligados ao seu núcleo, dificultando assim o seu deslocamento. A borracha e os plásticos em geral são exemplos de isolantes.

Até aqui fizemos uma pequena introdução sobre eletricidade e materiais condutores e isolantes. Agora, prepare-se para mergulhar no universo das **grandezas elétricas**.

## 2.4 GRANDEZAS ELÉTRICAS BÁSICAS

Você sabe o que são e como identificar as grandezas elétricas? Bem, primeiramente é importante que você saiba que grandeza é tudo aquilo que pode ser medido, contado, pesado. Existem várias grandezas elétricas, mas veremos aqui

as que são fundamentais, conhecidas também como básicas: **tensão** elétrica, **corrente** elétrica, **resistência** elétrica e **potência** elétrica.

### 2.4.1 TENSÃO ELÉTRICA

Tensão elétrica pode ser compreendida como a força que faz com que a corrente elétrica flua através de um condutor. É a diferença de potencial entre dois pontos distintos. Sua unidade de medida é o volt (V), em homenagem a Alessandro Volta.



**SAIBA  
MAIS**

Para conhecer a vida e os feitos de Alessandro Volta, acesse o site <[www.explicatorium.com/Alessandro-Volta.php](http://www.explicatorium.com/Alessandro-Volta.php)>.

Existem basicamente dois tipos de tensão elétrica: a **tensão contínua**, mais usual em automóveis e aparelhos eletrônicos; e a **tensão alternada**, encontrada geralmente em residências e indústrias. Pilhas, baterias e tomadas de uso doméstico estão entre os exemplos de fontes de tensão.



**VOCÊ  
SABIA?**

Em 1801, Alessandro Volta (1745–1827) fez uma demonstração da pilha química a Napoleão, que o condecorou com o título de conde.

No exemplo da pilha, temos dois polos: um positivo e um negativo. No material que constitui o polo positivo existem átomos com elétrons a menos, gerando uma carga positiva; e no material que constitui o polo negativo temos átomos com excesso de elétrons, tornando uma carga negativa. Dessa forma, obtemos uma diferença de potencial entre esses dois pontos. É importante lembrar que os elétrons são partículas negativas e são eles que se movimentam.



Denis Pachter (2012)

Figura 5 - Polo negativo e polo positivo de uma pilha

<sup>1</sup> AMPÈRE

Unidade de medida para a corrente elétrica no Sistema Internacional de Unidades (SI) (símb.: A).



## CASOS E RELATOS

**Surgimento do Nome Pilha**

Alessandro Volta (1745-1827), físico italiano, provou que a eletricidade não era de origem animal, como sugerira Luigi Galvani, mas sim que ela ocorria pelo contato entre dois metais diferentes em um meio ionizado.

Por volta de 1800, Volta construiu a primeira fonte de eletricidade, fornecendo corrente de forma contínua com o **empilhamento** de discos de cobre e zinco, alternados e separados por pedaços de tecido molhados com ácido sulfúrico.

Foi dessa experiência que surgiu o nome **pilha** elétrica.

**2.4.2 CORRENTE ELÉTRICA**

Corrente elétrica é o fluxo ordenado de elétrons através de um condutor, quando este é submetido a uma diferença de potencial (tensão). Sua unidade de medida é o **ampère**<sup>1</sup> (A).

Da mesma forma que a tensão, essa grandeza elétrica também pode ser dividida em corrente contínua e corrente alternada. Mas como nosso foco é mais voltado para a área automotiva, vamos trabalhar mais com **tensão contínua** e **corrente contínua**.

As ilustrações a seguir vão ajudar você a entender a questão da tensão. Acompanhe:

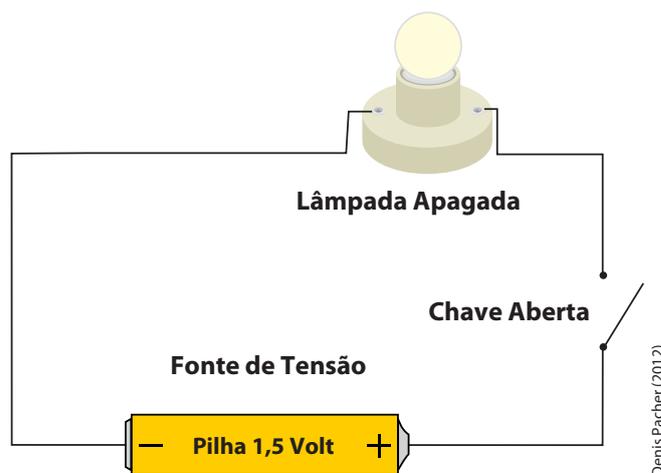


Figura 6 - Circuito com uma lâmpada apagada – chave aberta

Temos um circuito com uma lâmpada conectada a uma fonte de tensão (pilha de 1,5 V). Note que a chave está na posição aberta. Nessa condição não há corrente circulando pelo circuito; logo, a lâmpada permanece apagada.

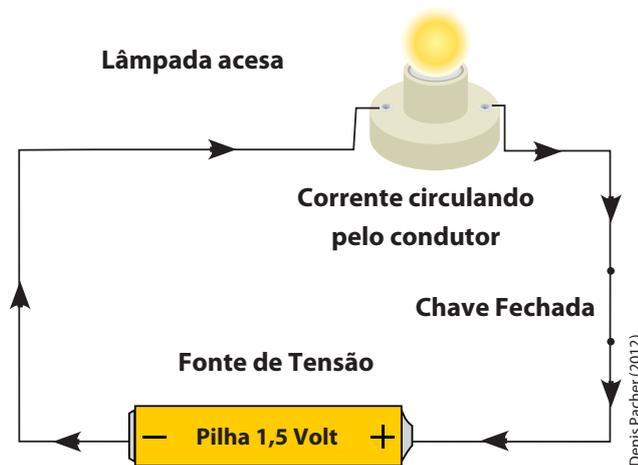


Figura 7 - Circuito com uma lâmpada acesa - chave fechada

Nesse segundo momento, a posição da chave muda para fechada. Portanto, há um caminho por onde a corrente elétrica consegue fluir e lâmpada acende. Em outras palavras, os elétrons em excesso que estavam no polo negativo da pilha passam a caminhar em direção ao polo positivo, buscando o equilíbrio elétrico das cargas. Dessa forma, a corrente que passa pelos condutores aquece o filamento da lâmpada até sua incandescência, produzindo energia luminosa.

Você deve estar se perguntando: como esse assunto está ligado à área automotiva? Pense, então, de que forma seu carro mantém os faróis acesos. Como o rádio e a buzina funcionam?

Todos esses componentes elétricos necessitam de uma fonte de tensão para funcionar. Especificamente no caso do automóvel, estamos falando da bateria. Sempre que acionamos o botão do farol do carro para acendê-lo, por exemplo, estamos fechando o circuito e liberando o caminho para que a corrente elétrica possa seguir seu caminho e acender as lâmpadas.

Viu como esses pequenos conceitos podem estar inseridos em questões que, na maioria das vezes, nem nos damos conta? Pois é, e isso é apenas o começo. Então, prepare-se, pois ainda temos muito a estudar.

### 2.4.3 RESISTÊNCIA ELÉTRICA

O conceito de resistência elétrica nada mais é que a oposição à passagem de corrente elétrica através de um condutor ou componente. A resistência elétrica é

indicada pela letra **R** e sua unidade de medida é o **ohm**, representado pela letra grega ômega maiúscula ( $\Omega$ ).

No exemplo dado anteriormente, pode-se dizer que a resistência do circuito era a lâmpada.

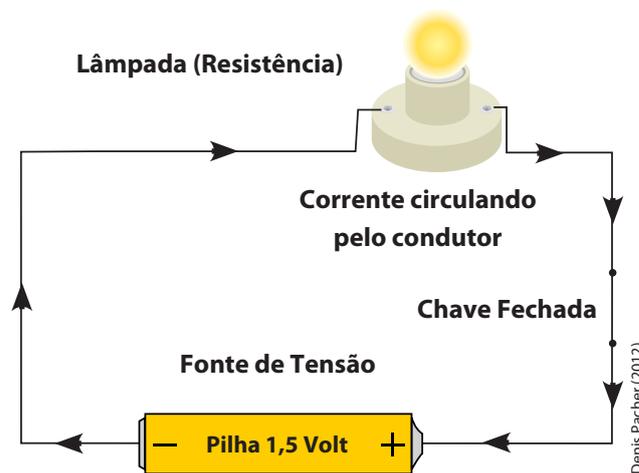


Figura 8 - Lâmpada (resistência)

De uma forma genérica, as resistências podem ser representadas pelos seguintes símbolos:



Figura 9 - Símbolos de resistência elétrica

O valor da resistência de um condutor ou componente está diretamente ligado ao tipo de material que o constitui, pois o que provoca essa oposição é justamente a dificuldade que os elétrons livres têm de se deslocar pela estrutura do material.

Posteriormente, vamos aprofundar mais a respeito dos fatores que influenciam na resistência elétrica de um componente.



### FIQUE ALERTA

Sempre que você for substituir algum componente elétrico de um veículo, nunca substitua um componente por outro de maior valor de potência, pois os condutores podem não suportar a corrente elétrica que circulará pelo circuito, podendo gerar sobreaquecimentos nos fios e até mesmo um princípio de incêndio.

## 2.4.4 POTÊNCIA ELÉTRICA

Potência elétrica é a quantidade de energia térmica liberada por um componente durante um determinado intervalo de tempo, ou seja, é o trabalho que este componente é capaz de realizar. Assim, quanto mais energia for transformada em um menor intervalo de tempo, maior será a potência do aparelho.

A potência é indicada pela letra  $P$  e sua unidade de medida mais usual é o watt, representado pela letra  $W$ . Matematicamente, podemos calcular a potência de um componente usando as seguintes fórmulas:

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\P &= R \times I^2 \\P &= \frac{V^2}{R}\end{aligned}$$

Onde:

**$P$**  é a potência elétrica expressa em watts ( $W$ );

**$V$**  é a tensão elétrica expressa em volts ( $V$ );

**$R$**  é a resistência elétrica expressa em ohms ( $\Omega$ );

**$I$**  é a corrente elétrica expressa em ampères ( $A$ );

Agora que você já conhece um pouco mais sobre as grandezas elétricas, podemos atribuir mais alguns valores ao nosso exemplo da lâmpada.

Digamos que a corrente que circula pelo nosso circuito seja de 2 A. Qual seria a potência dissipada pela lâmpada? Como temos uma fonte de 1,5 V, basta empregarmos a primeira fórmula indicada acima.

$$P = V \times I$$

$$P = 1,5 \times 2$$

$$P = 3 \text{ W}$$

Concluindo: se a corrente de nosso circuito for de 2 A e nossa fonte de alimentação for de 1,5 V, a potência desenvolvida na lâmpada será de 3 W.

Do mesmo modo, se fosse indicado na questão a potência da lâmpada e a tensão, você poderia descobrir o valor da corrente que circula pelo circuito utilizando a mesma fórmula. Veja a figura.

$$P = V \times I$$

$$3 = 1,5 \times I$$

$$I = \frac{3}{1,5}$$

$$I = 2 \text{ A}$$

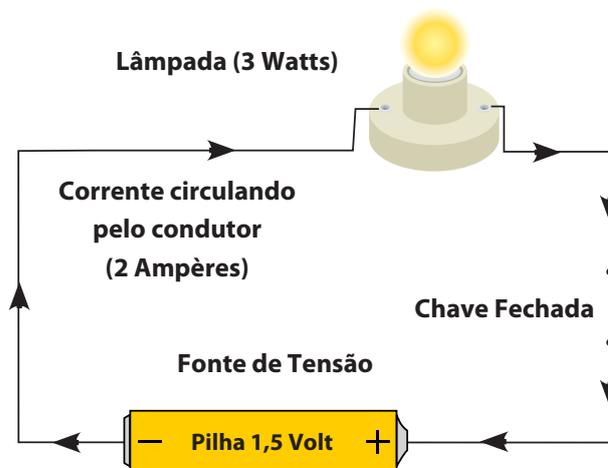


Figura 10 - Corrente circulando pelo condutor



## RECAPITULANDO

Até aqui você obteve várias informações, aprendeu importantes conceitos e até já aplicou alguns cálculos. Então, para que nada seja esquecido, vamos rever tudo o que vimos? Acompanhe!

Você aprendeu que eletricidade é o resultado da combinação de uma força chamada tensão elétrica e do movimento de partículas (elétrons) denominada corrente elétrica.

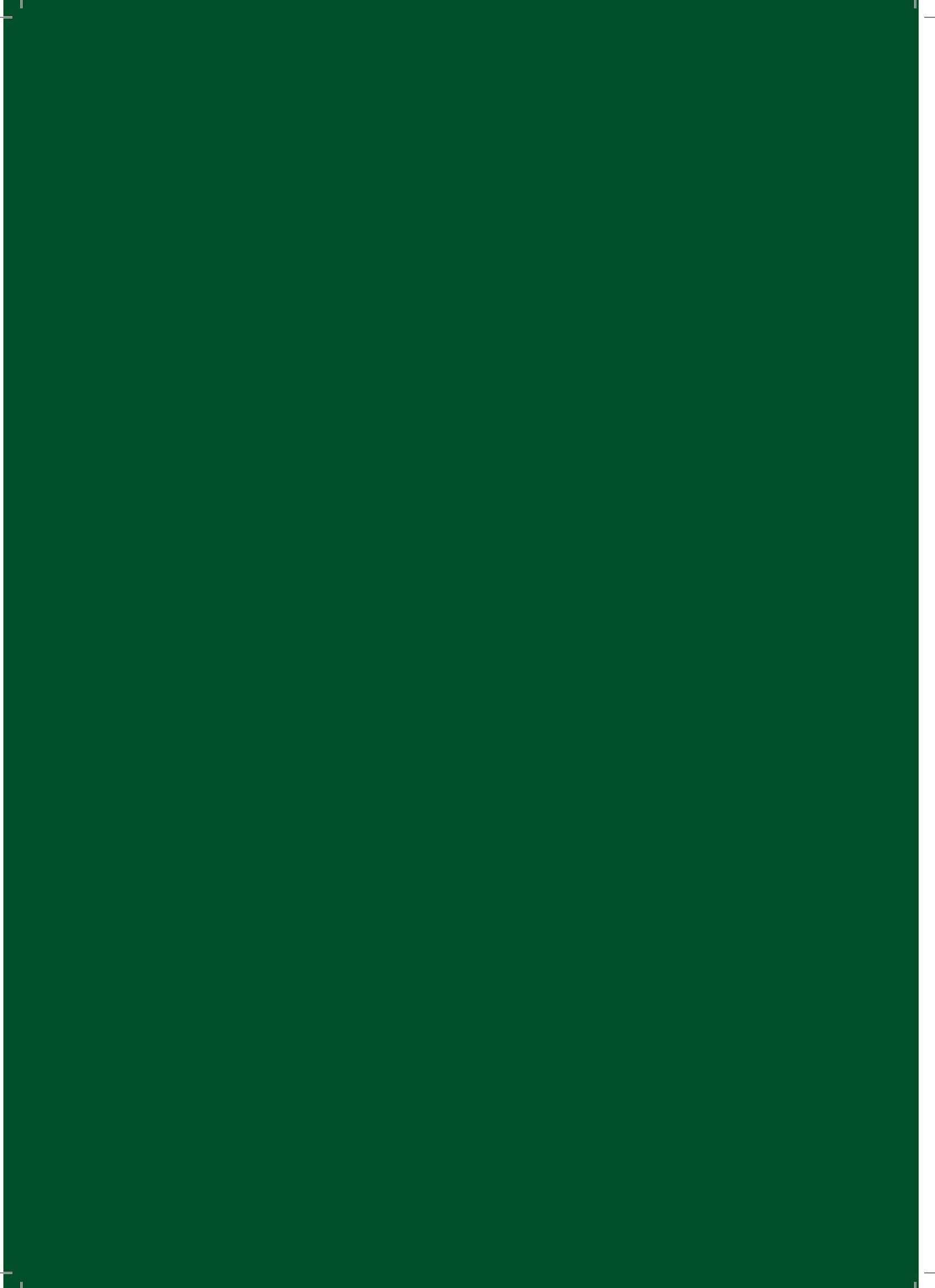
Você sabe agora que a eletrostática estuda o comportamento e os fenômenos relacionados às cargas elétricas em repouso.

Conheceu o que são cargas elétricas e os princípios da atração (cargas de sinais contrários se atraem) e repulsão (cargas de sinais contrários se repelem).

Sabe que existem materiais que conduzem bem eletricidade (condutores) e outros não (isolantes).

E, por fim, conheceu as principais grandezas elétricas, as características de cada uma e as fórmulas para calculá-las. As ilustrações também foram essenciais para visualizar como a eletricidade é gerada, não é mesmo?





# Primeira e Segunda Lei de Ohm



## 3

A Primeira e a Segunda Lei de Ohm estabelecem formas de como a corrente elétrica se comporta em um circuito, levando em consideração a tensão aplicada e a resistência dos componentes contidos nesse circuito. Veremos essas duas leis com mais detalhes a partir de agora. Nesta leitura você vai:

- saber o que diz a Primeira Lei de Ohm, exemplo de sua aplicação e a fórmula matemática que a envolve;
- conhecer o que diz a Segunda Lei de Ohm;
- ver como diferentes tipos de materiais e dimensões podem influenciar na resistência de um componente.



O físico e matemático alemão Georg Simon Ohm (1787–1854) foi quem desenvolveu as hoje conhecidas Leis de Ohm. Em homenagem a ele, seu nome ficou representado com a unidade de medida de resistência elétrica (o ohm), tema de estudos sobre condução elétrica.

### 3.1 PRIMEIRA LEI DE OHM

Na Primeira Lei de Ohm, temos o seguinte conceito: a intensidade de corrente elétrica que percorre em um circuito depende diretamente do valor de tensão aplicada e da resistência dos componentes contidos nesse circuito.

Essa lei diz que a corrente elétrica é diretamente proporcional à tensão e inversamente proporcional à resistência elétrica. Sua fórmula matemática é expressa por:

$$V = R \cdot I$$

Onde:

**V** é a tensão elétrica expressa em volts (V);

**R** é a resistência elétrica expressa em ohms ( $\Omega$ );

**I** é a corrente elétrica expressa em ampères (A).

Você agora deve estar se perguntando: corrente proporcional à tensão e inversamente à resistência? O que é isso? Vamos exemplificar para sua melhor compreensão.

Imagine que a resistência de um componente seja de 200  $\Omega$  e a tensão aplicada provém de uma bateria de 12 V; então, teremos uma corrente de 0,06 A, como indicado na expressão matemática abaixo, certo?

$$V = R \times I$$

$$12 = 200 \times I$$

$$I = \frac{12}{200}$$

$$I = 0,06 \text{ A}$$

Agora vamos aumentar a tensão para 24 V, mantendo a mesma resistência de 200  $\Omega$  para ver o que acontece.

$$V = R \times I$$

$$24 = 200 \times I$$

$$I = \frac{24}{200}$$

$$I = 0,12 \text{ A}$$

Notou que ao dobrarmos o valor da tensão, a corrente também dobrou de valor? Isso quer dizer que para um mesmo valor de resistência a corrente é proporcional à tensão, ou seja, se aumentarmos a tensão, a corrente também aumenta e se diminuirmos a tensão, a corrente também diminui.

Agora, vamos alterar o valor da resistência para ver o que acontece com a corrente?

No primeiro momento, vimos que, com uma resistência de  $200 \Omega$  e uma tensão de  $12 \text{ V}$ , teríamos  $0,06 \text{ A}$  de corrente. Agora vamos diminuir o valor de resistência para  $100 \Omega$ .

$$V = R \times I$$

$$12 = 100 \times I$$

$$I = \frac{12}{100}$$

$$I = 0,12 \text{ A}$$

Veja que, diminuindo o valor da resistência pela metade, a corrente dobrou de valor. Anteriormente era de  $0,06 \text{ A}$  com  $200 \Omega$ , agora com  $100 \Omega$  passou para  $0,12 \text{ A}$ .

Isso quer dizer que a corrente é inversamente proporcional à resistência, ou seja, se mantivermos o mesmo valor de tensão e aumentarmos o valor da resistência, a corrente diminui; e se diminuirmos o valor da resistência, a corrente aumenta.

Quando uma resistência obedece a esses valores, dizemos que ela é uma resistência **linear** ou simplesmente resistência **ôhmica**.

Para que você compreenda melhor, veja o gráfico abaixo, em que o valor da resistência se comporta como uma reta (utilizamos os mesmos valores do exemplo dado anteriormente).

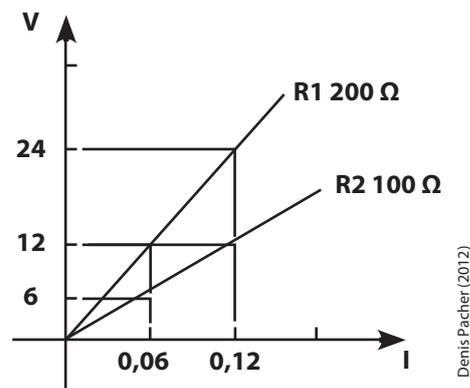


Figura 11 - Resistência linear  
Fonte: Adaptado de Markus (2007).



**SAIBA  
MAIS**

Existem as resistências lineares e as não lineares ou não ôhmicas, em que o seu valor não depende diretamente da tensão aplicada, como indica a Primeira Lei de Ohm; ela pode aumentar ou diminuir seu valor de resistência, conforme o tipo de material ou temperatura de trabalho, por exemplo.

Agora que você já conheceu a Primeira Lei de Ohm, vamos estudar um pouco sobre o que diz a segunda lei? Siga em frente e confira!

### 3.2 SEGUNDA LEI DE OHM

A Segunda Lei de Ohm representa a relação entre a resistência de um determinado material com suas dimensões e temperatura de trabalho.

Para auxiliá-lo no futuro, vamos mostrar uma tabela de conversão numérica, pois muitas vezes temos que trabalhar com valores de grandezas elétricas muito grandes, ou muito pequenos.

Tabela 1 - Tabela de conversão numérica

	SÍMBOLO	FATOR MULTIPLICADOR	MULTIPLICAR POR
<b>Múltiplos</b>	Tera (T)	$\times 10^{12}$	1.000.000.000.000
	Giga (G)	$\times 10^9$	1.000.000.000
	Mega (M)	$\times 10^6$	1.000.000
	Quilo (K)	$\times 10^3$	1.000
<b>Submúltiplos</b>	Mili (m)	$\times 10^{-3}$	0,001
	Micro ( $\mu$ )	$\times 10^{-6}$	0,000 001
	Nano (n)	$\times 10^{-9}$	0,000 000 001
	Pico (p)	$\times 10^{-12}$	0,000 000 000 001

Fonte: Markus (2007).

Basicamente, podemos dizer que a resistência elétrica de um condutor ou componente qualquer depende de quatro fatores principais que indicaremos a seguir.

#### 3.2.1 TIPOS DE MATERIAIS

Primeiramente, pode-se citar a natureza ou tipo de material que constitui esse componente elétrico. Os materiais se diferenciam uns dos outros pela sua resistividade, característica expressa pela letra grega  $\rho$  (lê-se Rô); sua unidade de medida é o **ohm metro** ( $\Omega\text{m}$ ).

Para melhor compreensão do assunto, veja a resistividade de alguns materiais na tabela que segue.

Tabela 2 - Resistividade de materiais

CLASSIFICAÇÃO	MATERIAL (TEMPERATURA DE 20 °C)	RESISTIVIDADE P ( $\Omega\cdot\text{M}$ )
Metais	Prata	$1,6 \times 10^{-8}$
	Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$
	Alumínio	$2,8 \times 10^{-8}$
	Tungstênio	$5,0 \times 10^{-8}$
Isolantes	Vidro	$10^{10}$ a $10^{13}$
	Porcelana	$3,0 \times 10^{12}$
	Mica	$10^{13}$ a $10^{15}$
	Baquelite	$2,0 \times 10^{14}$
	Borracha	$10^{15}$ a $10^{16}$
	Âmbar	$10^{16}$ a $10^{17}$

Fonte: Markus (2007).

Note que quanto maior for seu valor de resistividade, maior será a resistência do componente. Daí surgem os materiais condutores ou isolantes.



## CASOS E RELATOS

### Leis de Ohm: Base dos Conhecimentos para um Eletricista

Queira ou não, as Leis de Ohm são a base dos conhecimentos mais importantes que um eletricista tem que possuir em sua vida profissional. Essas pequenas regras podem parecer bobas de início, mas, se você prestar bem atenção na prática do seu dia a dia, verá que elas são verdadeiras e muitas vezes ajudam a explicar os motivos de vários problemas que porventura possam surgir.

Portanto, sempre que estiver diante de um problema muito difícil, lembre-se: muitas vezes se trata de um pequeno detalhe, por exemplo, um fio praticamente rompido internamente, e que esteja conduzindo apenas “por um fiapinho de nada”. Esse fiapinho poderá enganá-lo mostrando continuidade e até mesmo tensão, mas ao ativar o circuito a corrente não circulará com facilidade, pois o diâmetro nesse ponto (área de seção transversal) estará reduzido, fornecendo uma resistência adicional ao sistema, prejudicando assim o funcionamento de todo o circuito.

Viu como um pequeno detalhe pode apresentar um grande problema? Pois é, é por essas e outras que você deve sempre estar atento a todos os conhecimentos voltados à eletricidade.

### 3.2.2 ÁREA DE SEÇÃO TRANSVERSAL

Em segundo lugar, levamos em consideração a área de seção transversal ou simplesmente o diâmetro do condutor. Quanto maior for essa área, menor será a resistência do condutor, fazendo com que os elétrons livres se movimentem com mais facilidade.

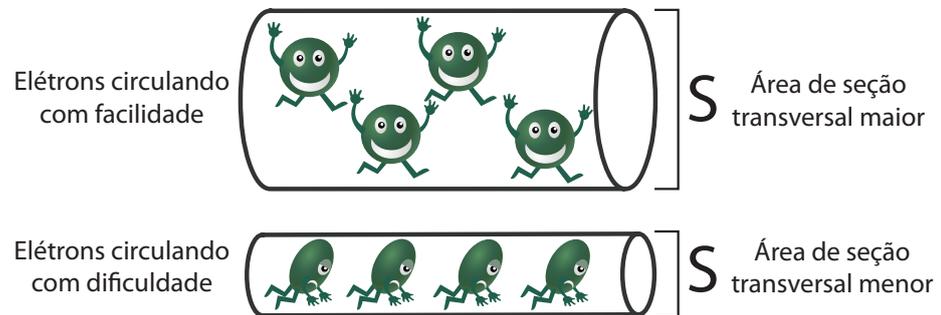


Figura 12 - Área de seção transversal do condutor

Denis Pachter (2012)

### 3.2.3 COMPRIMENTO

O próximo passo é considerar o comprimento que possui esse condutor. Quanto maior for o condutor, maior será a resistência oferecida à passagem de corrente elétrica.

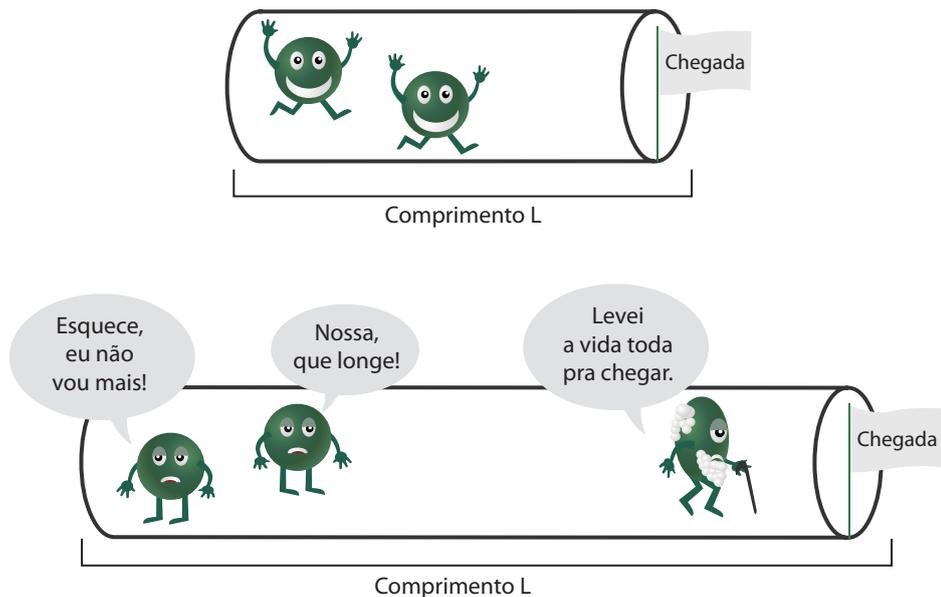


Figura 13 - Comprimento do condutor

Denis Pachter (2012)

Quanto mais longo for o condutor, maior será a resistência total do circuito (será a resistência da carga somada com a resistência do fio). Conseqüentemente, mais corrente será exigida da fonte, aumentando assim o consumo de energia, o que não é muito desejável, principalmente nos automóveis mais modernos, em que a demanda de componentes está sendo cada vez maior.

Para comprovar esses três primeiros fatores que influenciam no valor da resistência de um componente, podemos utilizar a seguinte fórmula matemática:

$$R = \frac{\rho \times L}{S}$$

Onde:

**R** é a resistência elétrica expressa em ohms ( $\Omega$ );

**$\rho$**  é a resistividade do componente expressa em  $\Omega\text{m}$  (valores na primeira tabela);

**L** é o comprimento do condutor expresso em metros (m);

**S** é a área de seção transversal do condutor (diâmetro) expressa em metros quadrados ( $\text{m}^2$ ).



**FIQUE ALERTA**

Se em nosso sistema houver cargas que exijam correntes muito elevadas e os fios não forem bem dimensionados, haverá grande atrito entre os elétrons gerando sobreaquecimentos.

### 3.2.4 TEMPERATURA DE TRABALHO

E, por último, está a temperatura de trabalho, que também exerce influência sobre a resistividade do material do componente elétrico. Quanto maior for a temperatura onde o componente estiver, maior será a sua resistividade, aumentando a resistência do componente. Isso fará com que a dificuldade oferecida à passagem de corrente elétrica aumente.

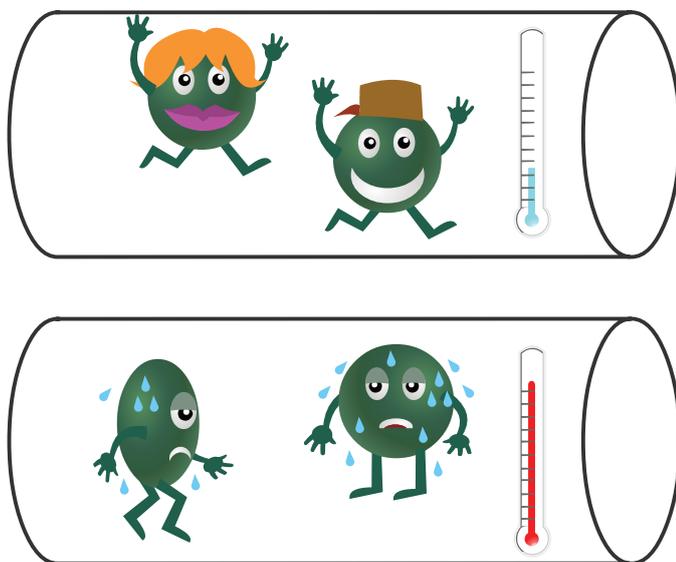


Figura 14 - Temperatura de trabalho

Denis Pachter (2012)

Portanto, na hora de dimensionar, trocar algum componente ou fazer alguma alteração no sistema elétrico de um veículo, é preciso estar atento a todos esses fatores mencionados anteriormente. Isso evitará uma grande dor de cabeça no futuro.



## RECAPITULANDO

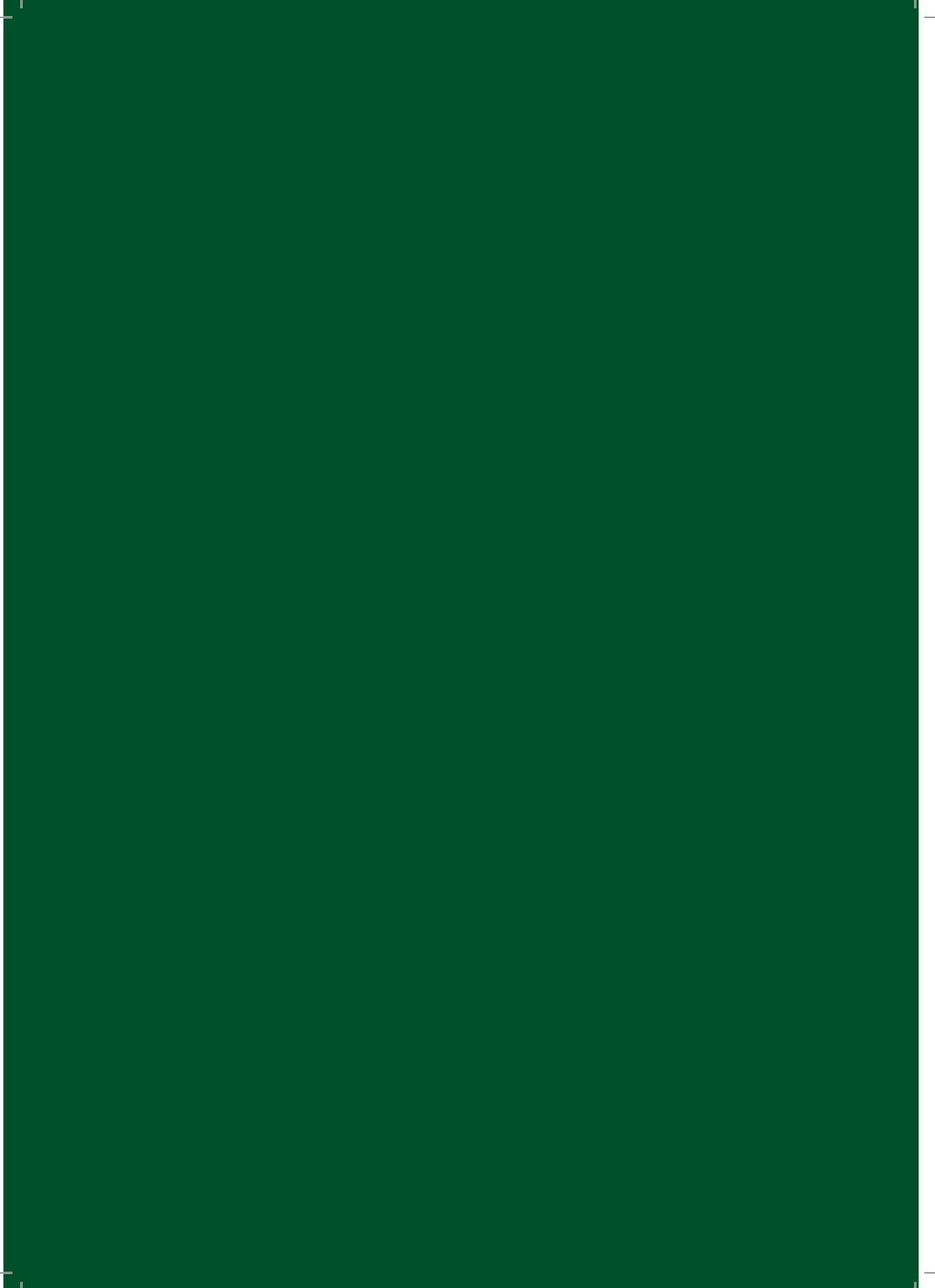
---

Vamos rever rapidamente o que aprendemos sobre a Primeira e Segunda Lei de Ohm? Vimos que Primeira Lei de Ohm diz que a corrente elétrica é diretamente proporcional à tensão e inversamente proporcional à resistência elétrica. A segunda lei, por sua vez, representa a relação entre a resistência de um determinado material e suas dimensões e temperatura de trabalho. A resistência elétrica de um condutor ou componente qualquer depende de quatro fatores principais: tipos de materiais, área de seção transversal, comprimento e temperatura de trabalho.

Está pronto para ir em frente? Na próxima parte dos nossos estudos, vamos conhecer a Lei de Kirchhoff.

---





# Introdução à Lei Kirchhoff



## 4

De uma forma resumida, podemos dizer que a Lei de Kirchhoff é uma ferramenta que se utiliza como prova real aos estudos e análise sobre os circuitos da Lei de Ohm.

Após calcularmos todos os valores referentes ao circuito (resistências, correntes, tensões), podemos utilizar a Lei de Kirchhoff para conferirmos se tudo o que foi calculado está correto.

A Lei de Kirchhoff é bastante ampla, mas em nosso caso, vamos:

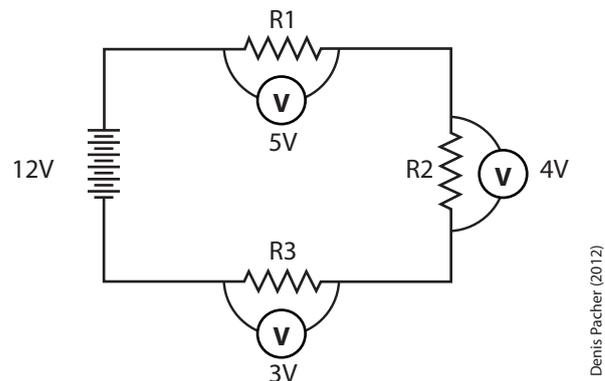
- a) salientar a parte da lei que trata sobre as tensões (lei das malhas);
- b) analisar a parte da lei que fala sobre as correntes (lei dos nós).

Preparado? Então vamos lá!

## 4.1 TENSÃO

A Lei de Kirchhoff, no que se refere à tensão, diz o seguinte: a soma algébrica das tensões de um circuito ou malha fechada deverá ser **zero**. Considere como malha todo caminho fechado por onde a corrente percorre.

Seguindo esse raciocínio, podemos dizer que a soma das quedas de tensão de uma malha deverá ser igual à tensão fornecida pela fonte, ou tensão existente sobre a malha. Observe a figura abaixo.



Denis Pachter (2012)

Figura 15 - Tensões de um circuito

$$\text{Logo: } 5 + 4 + 3 - 12 = 0$$

Somando todos os valores das quedas de tensão e subtraindo pelo valor da tensão da fonte, obtemos zero como resultado, exatamente o que diz a Lei de Kirchhoff para as tensões. Note que já havíamos utilizado essa regra nos exemplos dados anteriormente.

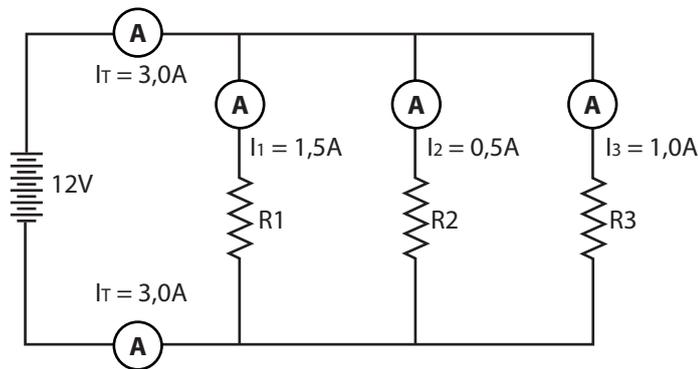


**VOCÊ SABIA?**

Existe a Lei de Kirchhoff também em termodinâmica, chamada Lei de Kirchhoff da radiação térmica.

## 4.2 CORRENTE

A Lei de Kirchhoff referente à corrente descreve que a soma algébrica das correntes em um nó deverá ser zero, ou seja, toda corrente que entra em um componente deve sair com o mesmo valor. Considere como nó cada ramificação existente no circuito. Observe a figura a seguir:



Denis Pachter (2012)

Figura 16 - Circuito em paralelo

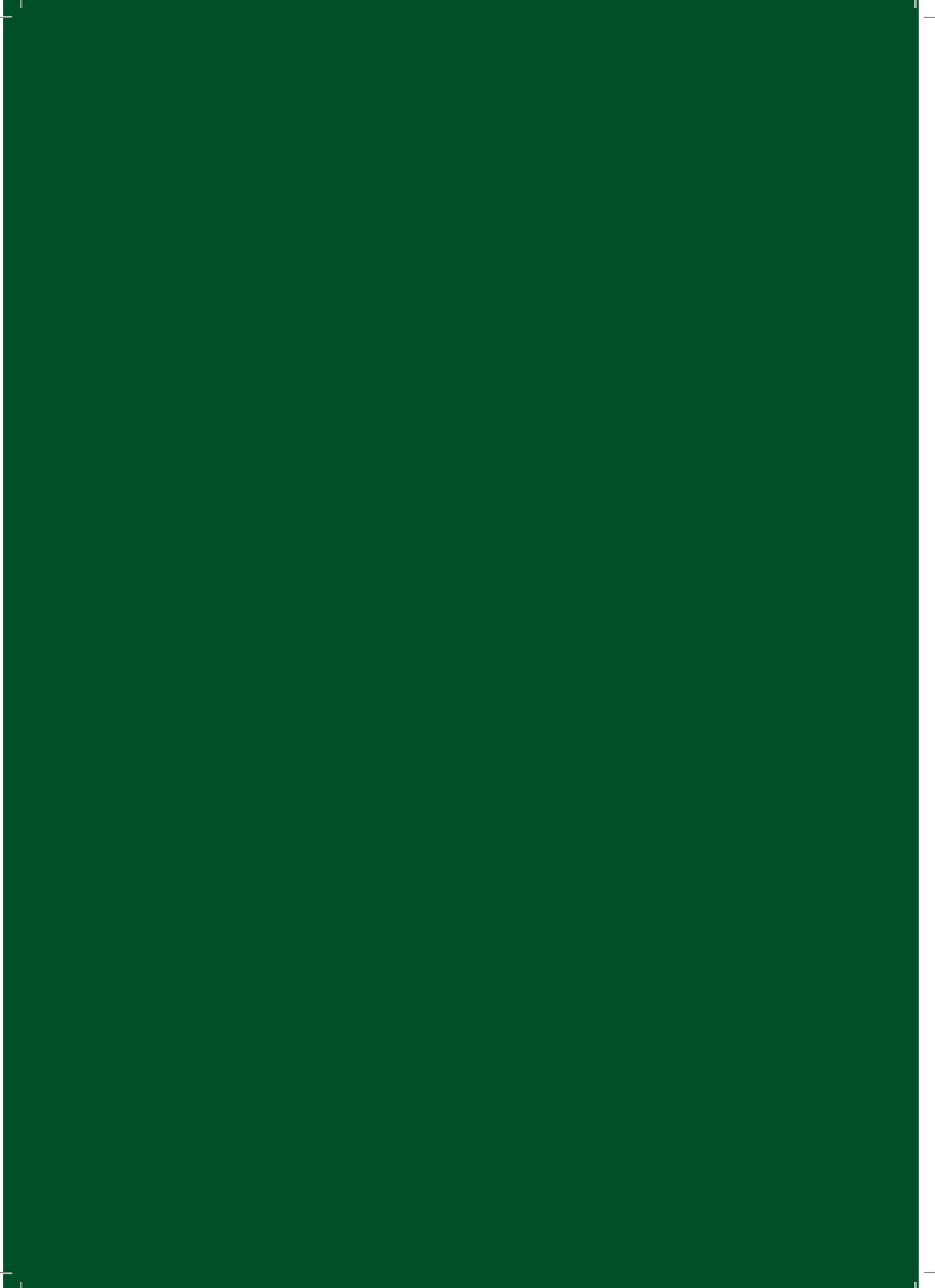
**SAIBA  
MAIS**

As Leis de Kirchhoff são assim denominadas em homenagem ao físico alemão Gustav Kirchhoff (1824–1887). Conheça mais sobre ele acessando o endereço <[pt.wikipedia.org/wiki/Gustav\\_Kirchhoff](http://pt.wikipedia.org/wiki/Gustav_Kirchhoff)>. Acesso em: 20 fev. 2012.

Note que no circuito em paralelo, a corrente total se divide em cada nó que ela encontra no decorrer do circuito. Inicialmente tínhamos 3,0 A saindo da fonte. No primeiro nó ficou 1,5 A; no segundo 0,5 A e por fim, no último resistor, 1,0 A. Após passarem por cada resistência, essas correntes se juntam e retornam novamente 3,0 A à fonte. Este é o princípio básico da Lei de Kirchhoff para corrente elétrica.

**RECAPITULANDO**

Vimos aqui que a Lei de Kirchhoff é utilizada como prova real aos estudos sobre os circuitos da Lei de Ohm, e neste estudo nos focamos na parte que trata das tensões e das correntes. Tranquilo, não é mesmo? Esses são os conhecimentos mínimos relacionados à parte elétrica que você precisa saber para realizar um bom trabalho em sua oficina. Daqui em diante iremos mostrar um pouco sobre os diagramas elétricos de um veículo.



# Instrumentos de Medição e Equipamentos Elétricos



## 5

Até agora estudamos as grandezas elétricas mais utilizadas na área automotiva – **tensão, corrente, resistência e potência**. Porém, somente esse conhecimento não basta para que você consiga trabalhar em um veículo. Além de saber muito bem o que cada uma dessas grandezas representa, você também precisa saber utilizar os instrumentos de medição, principais ferramentas do eletricista, que irão mostrar os valores das grandezas existentes no circuito, uma vez que não conseguimos enxergar nenhuma dessas grandezas. Portanto, veja a seguir os objetivos deste estudo:

- a) conhecer os tipos de instrumentos de medição para utilizar em uma oficina, bem como os modelos existentes de cada um deles;
- b) saber as funções e como utilizar cada instrumento.

## 5.1 TIPOS

Quanto aos tipos, temos uma grande variedade de instrumentos, mas vamos focar nossos estudos nos principais e mais conhecidos:

- a) Voltímetro
- b) Amperímetro
- c) Ohmímetro
- d) Multímetro
- e) Caneta de polaridade
- f) Osciloscópio

Posteriormente será demonstrado cada tipo mencionado acima, individualmente, de modo que você saiba para que servem, como utilizar e quais cuidados terá que ter para manuseá-los com zelo e segurança.

Vamos conhecer agora as funções de cada um dos tipos de instrumentos de medição.

## 5.2 FUNÇÕES

### 5.2.1 VOLTÍMETRO

O voltímetro tem como função mensurar valores de tensão elétrica. Na sequência, temos alguns modelos desse equipamento:



**Analógico**



**Digital**

Figura 17 - Modelos de voltímetro

Existem basicamente dois modelos de voltímetro: analógico e digital. O primeiro, analógico, é mais utilizado em laboratórios de estudos, pois é capaz de mostrar oscilações à medida que o ponteiro se desloca. Já o modelo digital predomina na área automotiva e também é de mais fácil leitura e interpretação.

Para utilizar o voltímetro, primeiramente temos que selecionar a escala a ser medida. Em seguida, você deve conectar o voltímetro **sempre em paralelo** ao circuito, obtendo o valor de tensão no visor do instrumento. Observe na figura seguinte algumas formas de como você pode conectar esse instrumento ao circuito.

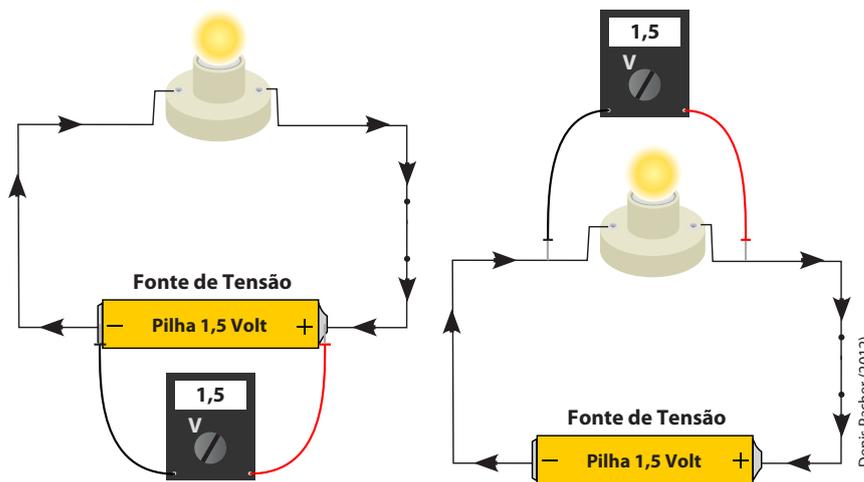


Figura 18 - Formas de conectar o voltímetro ao circuito

Caso você já conheça a tensão da fonte ou saiba mais ou menos o valor no ponto a ser medido, deve selecionar uma escala acima desse valor. Mas se você não conhece o valor a ser medido, deve **sempre** iniciar as medições pela escala de maior valor do instrumento e em seguida ir selecionando a escala mais adequada para se obter um valor mais preciso. Caso a escala selecionada seja inferior ao valor a ser medido, o instrumento será **danificado**.

O voltímetro pode ser utilizado em diversas situações em seu dia a dia. Por exemplo: se um veículo chega a sua oficina com uma lâmpada de farol que não acende, a primeira ideia que vem é trocar a lâmpada, pois ela só pode estar queimada, não é? Sim, é verdade, ela pode estar queimada, mas também pode ser que não esteja chegando tensão até ela. Logo, ela também não irá acender, certo? Para verificar esta possibilidade, você pode utilizar o voltímetro na realização do teste.

## 5.2.2 AMPERÍMETRO

Os amperímetros são instrumentos que medem a intensidade de corrente elétrica que circula através de um condutor ou componente em um circuito elétrico.

**Analógico****Digital**

Dreamstime (2012)

Figura 19 - Tipos de amperímetro

Alguns modelos de amperímetro são bem parecidos com os voltímetros, mudando apenas as escalas. Portanto, tome cuidado para não confundi-los.

Existem também, como mostra a figura anterior, os alicates amperímetros, que são equipamentos extremamente práticos com escalas maiores e que não necessitam de intervenção no circuito, uma vez que os amperímetros têm de ser **ligados em série** ao circuito. A seguir, explicaremos melhor o uso desses equipamentos.

Bom, para utilização desses instrumentos, primeiramente você deve selecionar a escala mais adequada. Se você por acaso já conhece mais ou menos esse valor, selecione uma escala acima do valor a ser medido. Entretanto, se você não souber qual o valor de corrente que irá medir, comece sempre pelo valor mais alto da escala.

**FIQUE ALERTA**

Nunca meça valores de corrente superiores ao selecionado na escala do amperímetro, pois o equipamento poderá ser inutilizado. Tome cuidado também ao instalar o instrumento ao circuito: certifique-se de que o sistema esteja desligado.

Em seguida, abra o circuito onde você deseja medir a corrente. Tome cuidado! Sempre o faça quando tudo estiver desligado e, finalmente, instale o amperímetro **em série** e religue o circuito. Você terá imediatamente no visor do instrumento o valor da intensidade de corrente elétrica que está passando pelo circuito.

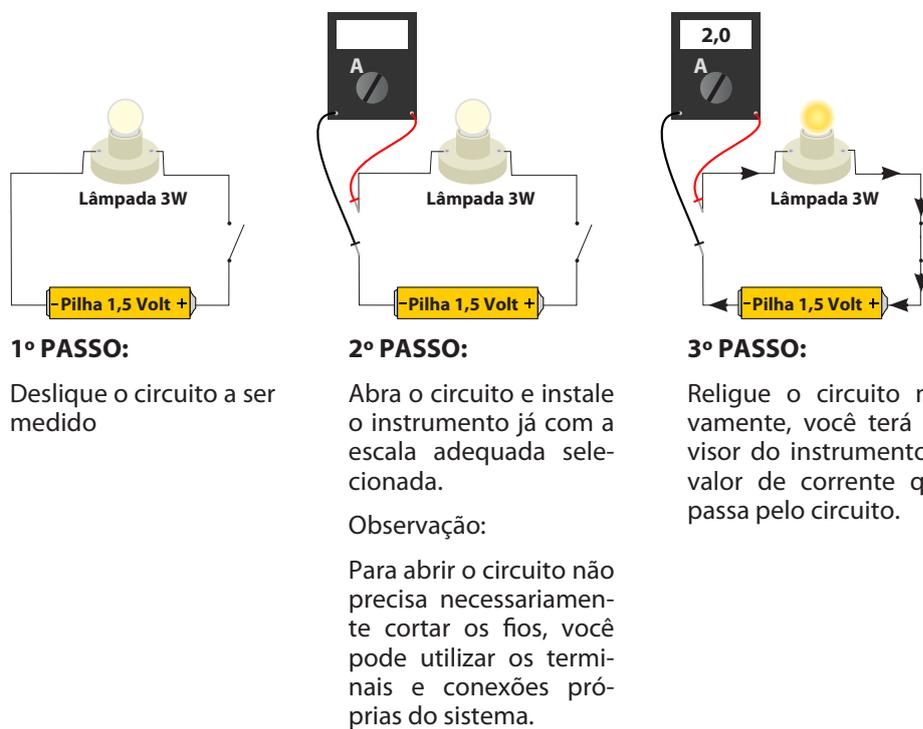


Figura 20 - Passo a passo para a utilização do amperímetro

Esses modelos de amperímetros geralmente possuem 10 ou 20 ampères na sua maior escala, mas às vezes precisamos medir valores maiores de corrente, que é o caso da corrente de partida do motor de arranque, por exemplo. E agora, o que fazer?

Bem, acreditamos que você já tenha a resposta. Isso mesmo, neste caso pode utilizar o alicate amperímetro. Para usá-lo, você deve selecionar a escala mais adequada como visto anteriormente, porém não há necessidade de abrir ou mesmo desligar o circuito a ser medido.

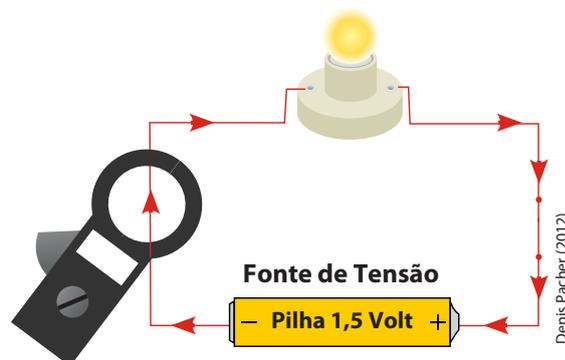


Figura 21 - Forma de utilização do alicate amperímetro

Note que com esse modelo de amperímetro, você só precisa abraçar o fio com a garra do equipamento e já terá o valor da medição no visor do aparelho.

### 5.2.3 OHMÍMETRO

Os ohmímetros são aparelhos usados para medir a resistência elétrica dos equipamentos e componentes elétricos em geral.



Dreamstime (2012)

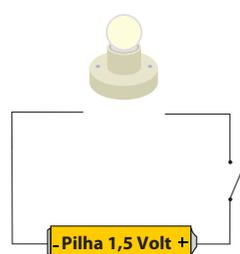
Figura 22 - Ohmímetro

Para a utilização desse instrumento, primeiramente deve-se tomar o cuidado de desenergizar ou remover o objeto do circuito. O componente a ser medido jamais poderá ser conectado ao ohmímetro se estiver sob tensão, caso contrário esse ato trará sérios danos ao seu equipamento.

Em seguida, basta selecionar a escala mais adequada e conectar ao componente de que se deseja medir a resistência.

#### VOCÊ SABIA?

Para saber se o ohmímetro está bem aferido, basta selecionar a escala desejada e unir as duas pontas de prova. O valor no visor do aparelho deverá ser zero.



#### 1º PASSO:

Desenergize o circuito e remova o componente.



#### 2º PASSO:

Selecione uma escala e una as pontas de prova para verificar a aferição do aparelho, o valor deverá ser zero.



#### 3º PASSO:

Conecte as pontas de prova ao componente e verifique o valor no visor.

Denis Pachter (2012)

Figura 23 - Passo a passo para a utilização do ohmímetro

Ao selecionar uma escala de resistência em um ohmímetro, quando as pontas de prova ainda estiverem separadas aparecerá o número 1 no visor do aparelho. Isso indica circuito aberto ou simplesmente infinito. Se ao conectar as pontas de prova no componente a ser testado e ainda continuar aparecendo este 1 no visor, a escala selecionada pode estar abaixo do valor da resistência do componente. Para saber melhor esse valor, consulte o manual da peça testada e confira os valores. Entretanto, se mesmo já na maior escala do ohmímetro ainda aparecer este valor no aparelho, é provável que o componente esteja queimado.

### 5.2.4 MULTÍMETRO

O multímetro pode ser considerado a ferramenta principal do electricista, uma vez que ele reúne todos os instrumentos estudados até agora em um único aparelho. O multímetro possui todas as principais funções de que você precisará em seu dia a dia em uma oficina ou autoelétrica.



Figura 24 - Modelos de multímetro

No mercado automobilístico existem multímetros digitais e analógicos. Mas os profissionais do ramo costumam utilizar os digitais.

Confira na próxima figura as partes principais de um multímetro. Em seguida você vai saber para que serve cada uma delas.

<sup>1</sup> DIODO

É um componente elétrico que permite que a corrente atravesse-o num sentido com muito mais facilidade do que no outro. O tipo mais comum de diodo é o diodo semicondutor, no entanto, existem outras tecnologias de diodo.



Denis Pachter (2012)

Figura 25 - Partes de um multímetro  
Fonte: Adaptado de Dreamstime

**VOCÊ SABIA?**

Os alicates amperímetros, que você já conheceu, também possuem funções de multímetros.

**Display:** é a tela ou visor onde serão mostrados os resultados obtidos nos testes.

**Escalas:** é a parte do multímetro onde você seleciona qual grandeza elétrica deseja medir: tensão, corrente ou resistência. Determinados modelos oferecem até algumas funções a mais, por exemplo, teste de continuidade, teste de **diodos**<sup>1</sup>, transistores.

**Chave seletora:** é o botão que serve para selecionar a escala desejada. Em alguns modelos também serve para ligar e desligar o aparelho.

**Bornes:** são os terminais onde são instaladas as pontas de prova do aparelho. Dependendo do modelo de multímetro, pode haver dois, três ou até mesmo quatro bornes de contato.

**Pontas de prova:** as pontas de prova são cabos que você ligará aos bornes do instrumento para executar todos os testes mostrados anteriormente. Geralmente são dois cabos que acompanham o multímetro: um preto (negativo) e um vermelho (positivo). A ponta de prova preta é instalada no terminal preto ou que tenha a inscrição COM, que significa terminal comum; e a vermelha pode ser alternada nos demais bornes. Geralmente as escalas de tensão e resistência ficam no mesmo borne e a escala de corrente em outro separado.

**SAIBA  
MAIS**

No mercado atual existe uma infinidade de modelos de multímetro. Portanto, sempre que for utilizar um, antes leia atentamente o manual de instruções que o acompanha. Nele estão contidas todas as informações e particularidades que você precisa saber para usá-lo corretamente.

### 5.2.5 CANETA DE POLARIDADE

Além do multímetro, uma das principais ferramentas do eletricitista, existem outros equipamentos que podem auxiliar no cotidiano do mecânico. É o caso da caneta de polaridade.

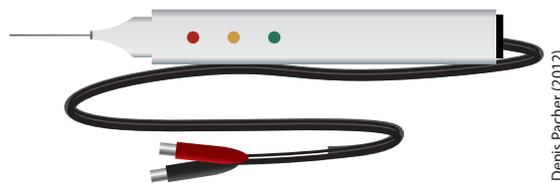


Figura 26 - Caneta de polaridade

Essa ferramenta é composta basicamente por: **terminais de ligação** (que são as garrinhas: uma preta negativa e uma vermelha positiva), **corpo** (que é a caneta com os LEDs) e uma **ponta de prova**.

Esse instrumento, como o próprio nome sugere, serve para testar a polaridade de algum condutor, com o objetivo de saber se ele é um fio positivo ou negativo, ou até mesmo verificar se o circuito está aberto ou não.

A caneta de polaridade deve ser utilizada da seguinte maneira: conecte os terminais de ligação na bateria do veículo, sempre respeitando a polaridade do instrumento, ou seja, a garrinha preta deve ser ligada no polo negativo da bateria, e a garrinha vermelha no polo positivo.

Feito isso, o LED amarelo da caneta irá acender indicando circuito aberto. Para testar o funcionamento da caneta, encoste a ponta de prova no terminal positivo da bateria. Nessa condição, o LED amarelo deve se apagar, e o vermelho se acender. Depois, teste no polo negativo da bateria; agora é o LED verde que deve acender.

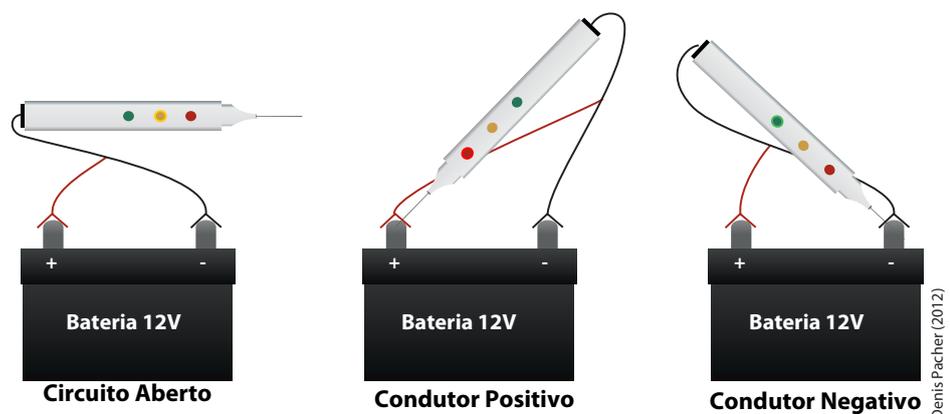


Figura 27 - Funcionamento da caneta de polaridade

Bem, você acabou de conhecer como funciona uma caneta de polaridade. Com essa informação certamente você terá mais facilidade na realização de alguns testes, por exemplo, verificar o funcionamento do sistema de ignição de um veículo ou até mesmo possíveis falhas na injeção eletrônica.

### 5.2.6 OSCILOSCÓPIO

O osciloscópio é mais uma ferramenta bastante utilizada em oficinas. Esse instrumento tem a função básica de mostrar em seu visor a forma de onda da tensão elétrica, por exemplo.

Com um multímetro na escala de tensão, você poderia ler apenas o valor da tensão em volts. Já com o auxílio de um osciloscópio você terá, além de seu valor, um gráfico mostrando como a tensão está se comportando em cada momento.

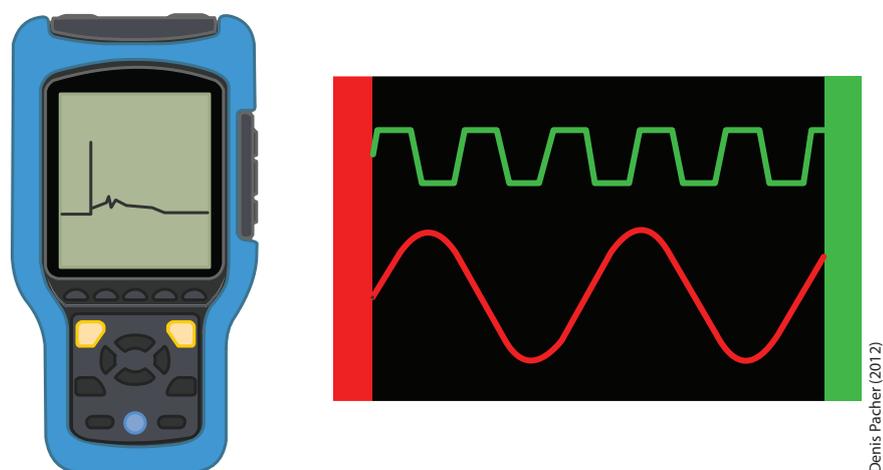


Figura 28 - Tipos de osciloscópio automotivo

No gráfico apresentado no visor do osciloscópio temos basicamente dois eixos: um na horizontal (eixo X), que representa o tempo; e um na vertical (eixo Y), que representa a tensão.

Essa ferramenta será muito útil quando você for trabalhar em algum veículo que possua computador de bordo ou injeção eletrônica, por exemplo, pois ele consegue fornecer valores com muita precisão e, melhor ainda, em forma de gráficos. Isso ajudará muito na visualização e investigação de alguma falha.



#### FIQUE ALERTA

Os osciloscópios são ferramentas muito caras e delicadas, portanto deve-se tomar muito cuidado ao manuseá-los. Antes de utilizar um, leia com atenção o manual de instruções para não correr o risco de danificar o equipamento ou algum componente do veículo.

### 5.3 CARACTERÍSTICAS

Bem, como você percebeu, todos os instrumentos de medição de grandezas elétricas estudados até aqui possuem como principais características o fácil manuseio e, em geral, as boas condições para que você consiga diagnosticar e identificar falhas elétricas em qualquer tipo de veículo. Lembre-se de que não há como ver as grandezas elétricas contidas em um circuito, por isso necessitamos de ferramentas que as mostrem.



#### CASOS E RELATOS

##### Problema nas Luzes de Ré

Os instrumentos de medição são ferramentas indispensáveis para o trabalho de um bom eletricista. Em uma oficina mecânica, durante a revisão dos 15 mil km de um veículo, João constatou que as luzes de ré não acendiam. Bem, no primeiro momento lhe veio à cabeça que poderiam estar queimadas. Mas pensando um pouco melhor, seria muito difícil as duas lâmpadas queimarem ao mesmo tempo. Decidiu então testá-las. Verificou as duas lâmpadas e constatou que não estavam queimadas.

Com o auxílio de um multímetro na escala de tensão, verificou a ausência de tensão nos terminais onde ligam as lâmpadas. Foi a partir daí que ele conseguiu encontrar o defeito. Na verdade, o problema estava no interruptor da caixa de câmbio. Quando João testou o interruptor com o multímetro

tro na escala de continuidade, constatou que ele não tinha continuidade mesmo com a alavanca do câmbio em marcha à ré. Logo, não tinha como haver tensão nas lâmpadas. E como sabemos: sem tensão não há corrente, logo a lâmpada não acenderia.

---

Testar é uma ação fundamental para identificar um problema. A falta de testes pode levar à perda de tempo e de dinheiro. Fique atento!



## RECAPITULANDO

---

Esperamos que você tenha conseguido absorver bem todas essas informações dadas até agora, pois elas serão indispensáveis para o entendimento e compreensão dos assuntos futuros. Para garantir o seu aprendizado, vamos recapitular o que vimos?

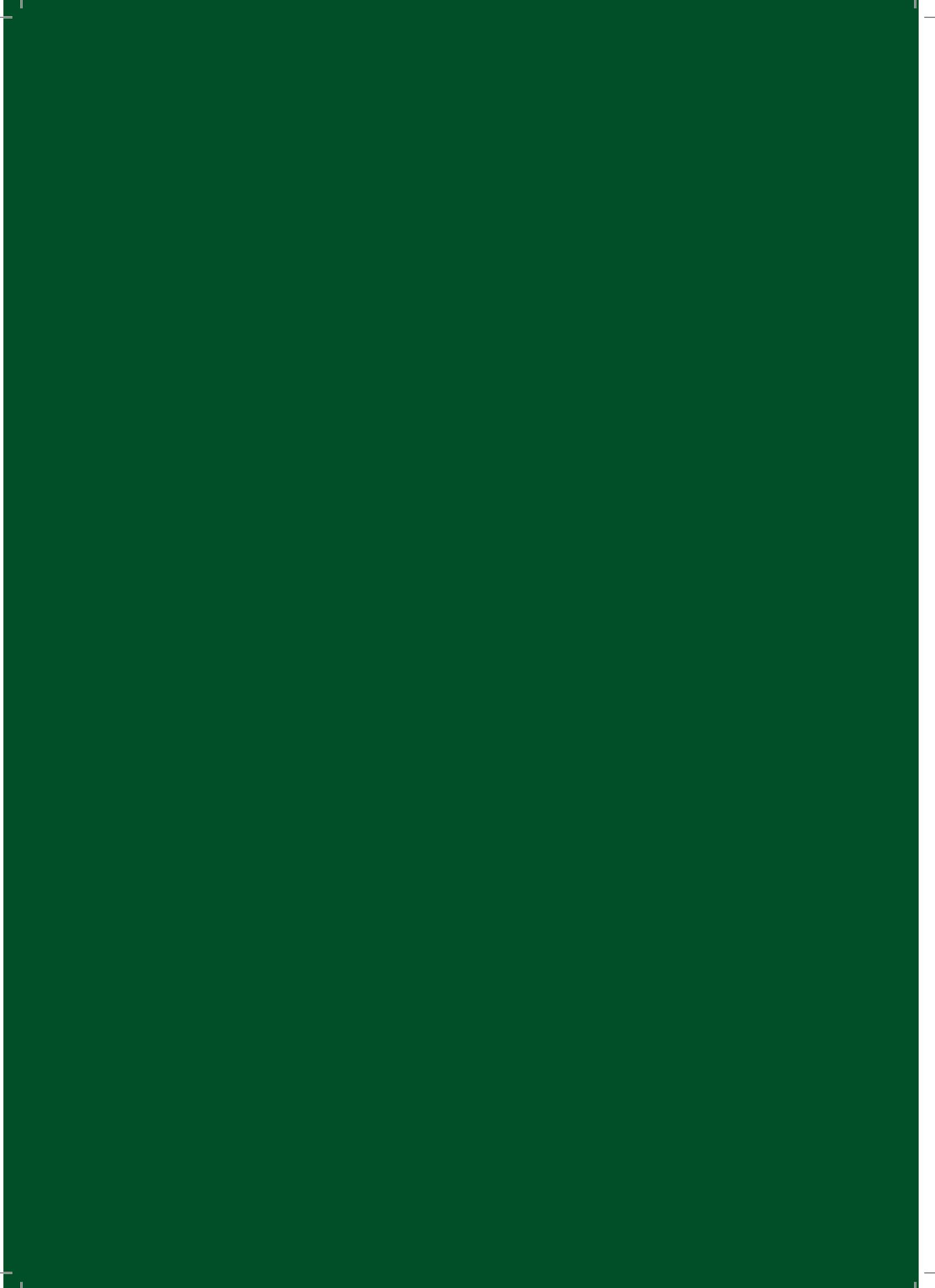
Você conheceu os seguintes tipos de instrumento de medição:

- a) voltímetro: mensura valores de tensão elétrica;
- b) amperímetro: mede a intensidade de corrente elétrica;
- c) ohmímetro: mede a resistência elétrica;
- d) multímetro: possui todas as funções dos instrumentos acima.
- e) caneta de polaridade: testa a polaridade de algum condutor.
- f) osciloscópio: mostra a forma da onda da tensão elétrica.

Viu que todos os instrumentos estudados são de fácil manuseio e, em geral, de boas condições para que você consiga diagnosticar e identificar falhas elétricas em qualquer tipo de veículo.

---





# Componentes Elétricos - Tipos e Características



## 6

Bem, você já estudou até agora as principais grandezas elétricas, que são: tensão, corrente, resistência e potência. Também viu alguns dos principais instrumentos que medem e identificam essas principais grandezas. Agora, iremos conhecer um pouco sobre os principais componentes elétricos que você irá encontrar nos veículos. Nossos objetivos de aprendizagem são:

- a) aprender o que é um resistor;
- b) conhecer a diferença entre um resistor de valor fixo e um resistor de valor variável;
- c) conhecer o que é um capacitor;
- d) conhecer o que é um indutor e entender qual a diferença entre magnetismo e eletromagnetismo.

Acompanhe!

## 6.1 RESISTOR

Então, você viu anteriormente que a resistência elétrica nada mais é que a dificuldade que a corrente elétrica encontra em transpor um condutor ou um dispositivo elétrico qualquer.

Os resistores são componentes que têm por finalidade limitar a intensidade de corrente elétrica em um circuito. Esses componentes podem possuir valores de resistência fixos ou valores de resistência variáveis.

### 6.1.1 RESISTORES DE VALOR FIXO

Como o próprio nome sugere, os resistores de valores fixos mantêm sempre o mesmo valor de resistência quando submetidos às condições normais de trabalho.

Dentre alguns dos principais modelos de resistor fixo, podemos citar: os resistores de filme, resistor de fio e resistores SMD.



Figura 29 - Modelos de resistores (filme e fio)



**VOCE SABIA?**

A sigla **SMD** significa *Surface Mounting Device*; em português, **Dispositivo de Montagem em Superfície**. Os resistores SMD são bastante utilizados em centrais eletrônicas veiculares, com grande variedade de valores de resistência.

Nos resistores de **fio** e **SMD**, geralmente o valor de resistência vem gravado no seu próprio corpo, já os resistores de **filme** possuem algumas faixas coloridas em sua superfície que identificam o seu valor de resistência.

Esses resistores podem possuir quatro ou cinco faixas. No caso dos resistores com quatro faixas, as duas primeiras identificam o valor da resistência, a terceira faixa indica o fator multiplicador pelo qual o valor identificado nas primeiras faixas terá de ser multiplicado e, por fim, a quarta faixa indica o valor de tolerância desse resistor.

Nos resistores com cinco faixas, a única diferença é que temos mais um dígito junto às duas primeiras faixas.

Para tal identificação e para sua melhor compreensão do assunto, utilizaremos o código de cores desses resistores representado na tabela abaixo. Veja:

Tabela 3 - Código de cores

CORES	1º DÍGITO	2º DÍGITO	3º DÍGITO	FATOR MULTIPLICADOR	TOLERÂNCIA
Preto		0	0	x 1	
Marrom	1	1	1	x 10	± 1%
Vermelho	2	2	2	x 10 <sup>2</sup>	± 2%
Laranja	3	3	3	x 10 <sup>3</sup>	
Amarelo	4	4	4	x 10 <sup>4</sup>	
Verde	5	5	5	x 10 <sup>5</sup>	
Azul	6	6	6	x 10 <sup>6</sup>	
Violeta	7	7	7	x 10 <sup>7</sup>	
Cinza	8	8	8		
Branco	9	9	9		
Ouro				x 10 <sup>-1</sup>	± 5%
Prata				x 10 <sup>-2</sup>	± 10%
Ausência					± 20%

Fonte: Markus (2007).

Veja um exemplo de como identificar a resistência de um resistor por meio de seu código de cores.

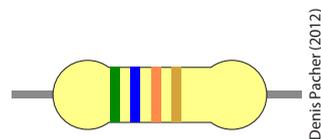


Figura 30 - Resistor com as faixas de cores

A primeira faixa é de cor verde; então o primeiro dígito, segundo a tabela, é **5**.

A segunda faixa é azul; então o segundo dígito é **6**.

A terceira faixa é laranja, logo o fator multiplicador é de **x 10<sup>3</sup>**.

Por fim, a quarta faixa é de cor ouro; indica que a tolerância é de **±5%**.

Juntando todas essas informações, conseguimos obter o valor da resistência do resistor em questão. Repare na tabela abaixo:

Tabela 4 - Código de cores de um resistor

1º DÍGITO	2º DÍGITO	FATOR MULTIPLICADOR	TOLERÂNCIA
5	6	x 10 <sup>3</sup> = 1.000	± 5%

Logo, temos:

$$56 \times 1000 = 56.000 \Omega \text{ ou } 56 \text{ K}\Omega \pm 5\%$$

### <sup>1</sup> POTENCIÔMETRO

É um componente eletrônico que possui resistência elétrica ajustável. Geralmente, é um resistor de três terminais onde a conexão central é deslizante e manipulável. Se todos os três terminais são usados, ele atua como um divisor de tensão.

Se 5% de 56.000 é 2800, então temos um resistor com o valor de resistência entre 53.200  $\Omega$  e 58.800  $\Omega$ , ou 53,2 K $\Omega$  e 58,8 K $\Omega$ .

Bem, esses são os modelos de resistores fixos mais comuns que você poderá encontrar, porém há outros modelos de resistores com resistências variáveis que é o que iremos ver a seguir.

### 6.1.2 RESISTOR DE VALOR VARIÁVEL

Os resistores de valor variável nada mais são que resistências em que você pode ajustar seu valor. Nos autorrádios mais antigos, por exemplo, o botão que controlava o seu volume nada mais era que um potenciômetro<sup>1</sup>. À medida que se ajustava a resistência desse componente, o volume do rádio aumentava ou diminuía. Veja um exemplo desse tipo de resistor:



Figura 31 - Modelo de resistor de valor variável

Na grande maioria das vezes, não se trabalha diretamente com esses tipos de componentes no cotidiano de uma oficina, mas é importante saber que eles existem e como funcionam. Agora que já conhecemos as características dos resistores, vamos conhecer mais um componente elétrico: o capacitor. Continue atento!

### 6.2 CAPACITOR

O capacitor é mais um componente elétrico que você poderá encontrar nos automóveis. Ele está presente em várias peças do veículo, como, por exemplo, nas centrais de injeção, relés, kits de alarme, som e até mesmo nos sistemas de ignição de alguns carros.

Os capacitores podem ser fabricados por diversos tipos de material, além de possuírem formas e tamanhos variados. Conheça na figura abaixo alguns dos modelos de capacitores mais comuns:

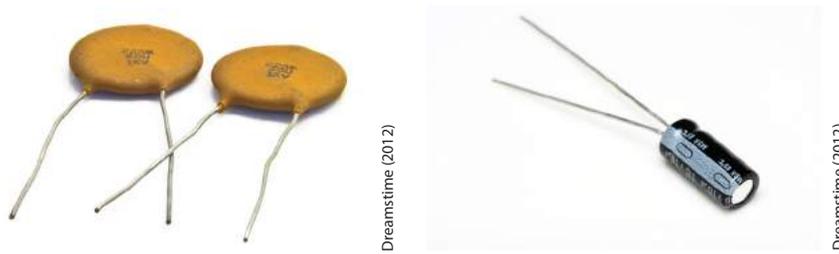


Figura 32 - Modelos de capacitores (cerâmico e eletrolítico)

Os capacitores ou condensadores, como também são conhecidos, são componentes que têm a função de armazenar energia elétrica. Eles são constituídos basicamente por duas placas condutoras separadas por um material isolante, ao qual damos o nome de dielétrico.

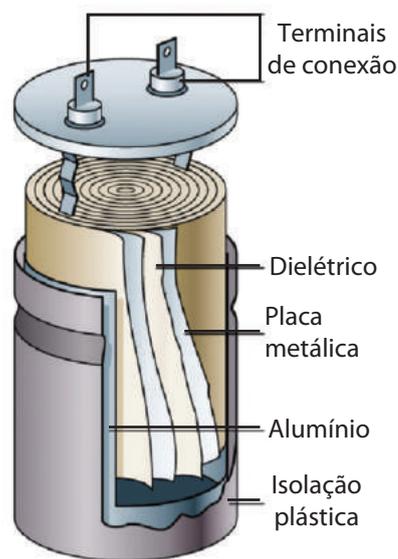


Figura 33 - Constituição de um capacitor

O funcionamento do capacitor é bem simples. Quando ligamos um capacitor a uma fonte de tensão, ele se carregará até atingir o mesmo valor de tensão da fonte.

Ao ligar os terminais de um capacitor a uma bateria, por exemplo, os elétrons (cargas negativas) de uma das placas são atraídos para o terminal positivo da bateria, e os elétrons da outra placa são repelidos pelo terminal negativo da bateria. Dessa forma, cria-se uma diferença de potencial (tensão) nos terminais do capacitor.

Esse movimento de cargas é o que chamamos de corrente de carga do capacitor. Isso ocorre porque as placas do capacitor são de material condutor, ou seja, possuem elétrons livres em seu material constituinte. Essa corrente permanece até o instante em que a tensão nos terminais do capacitor seja igual à da fonte. Nesse instante, dizemos que o capacitor está carregado, e não há mais corrente no circuito. Veja a figura a seguir para entender melhor como isso funciona.

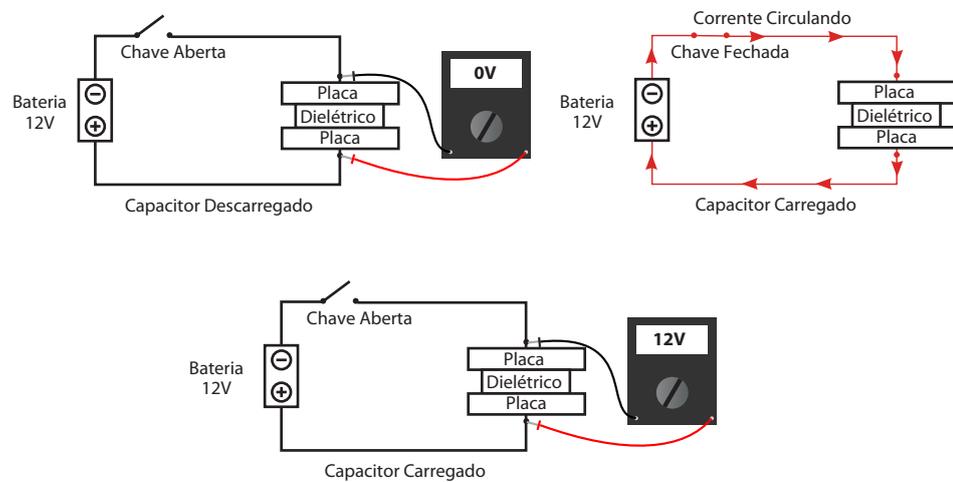


Figura 34 - Funcionamento de um capacitor

Denis Pachter (2012)

A quantidade de carga que um capacitor consegue armazenar está diretamente ligada a alguns fatores, tais como:

- área das placas condutoras:** quanto maior for essa área, maior a quantidade de cargas que o capacitor pode concentrar;
- distância entre as placas:** quanto mais próximas as placas estiverem, maior será a sua carga;
- e, por fim, o **tipo de dielétrico** que constitui o capacitor.

A essa quantidade de carga elétrica que um capacitor consegue armazenar damos o nome de **capacitância**. Sua unidade de medida é o **farad**, representado pela letra **F**.

Como já mencionado anteriormente, os capacitores estão em diversas partes de um veículo, mas nem sempre nos damos conta de que ele está ali, às vezes nem imaginamos que ele exista.

Vamos citar um exemplo: você com certeza já viu um veículo parado com o alerta ligado, ou sinalizando com o pisca que vai entrar em alguma rua, certo? Pois é, e você nunca se perguntou como aquela luz acende e apaga, acende e apaga? Bem, isso ocorre devido a um dispositivo chamado relé de seta, que vamos estudar mais à frente. Mas o que importa saber agora é que esse efeito de temporização se dá graças ao emprego de componentes eletrônicos, entre os quais está nosso amigo capacitor.

Vamos então conhecer mais um componente: o indutor.

## 6.3 INDUTOR

Bem, antes de mais nada, para falarmos de indutor é necessário conhecer dois fenômenos muito importantes: o **magnetismo** e o **eletromagnetismo**.

### 6.3.1 MAGNETISMO

Certamente você já ouviu falar ou até mesmo algum dia já brincou com algum tipo de ímã, certo? Você já imaginou quanto esse fenômeno pode ser importante em nossa vida? Pois é, esses materiais possuem a propriedade de atrair certos materiais como ferro, cobalto e ligas de ferro em geral, graças ao campo magnético existente neles.

Vamos conhecer um pouco melhor as propriedades de um ímã:

- a) Os ímãs possuem dois polos magnéticos, aos quais denominamos polo norte e polo sul.

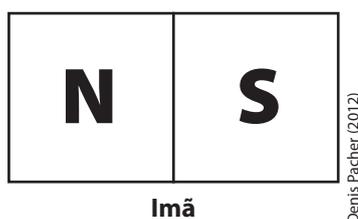


Figura 35 - Polos de um ímã

- b) Entre os ímãs, existem forças de atração e repulsão.

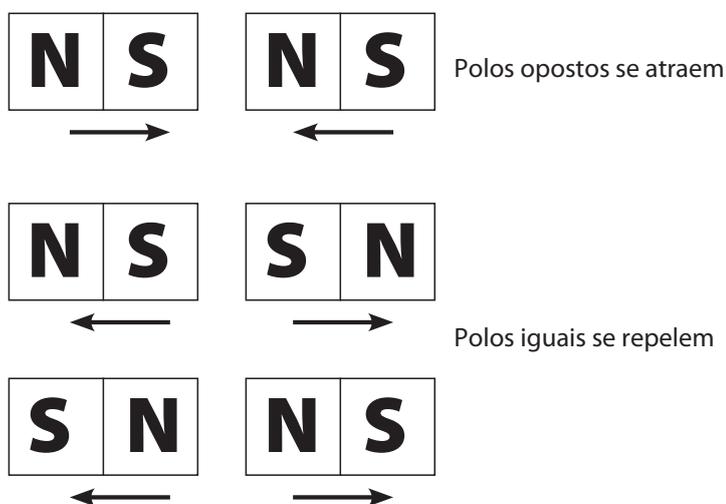


Figura 36 - Forças de atração e repulsão de um ímã

c) Os pólos de um ímã não se separam. Por exemplo, se partirmos um ímã ao meio, as duas metades possuirão cada uma um polo sul e um polo norte. Se você continuar a dividir, cada parte terá pedacinhos de ímã cada vez menores.

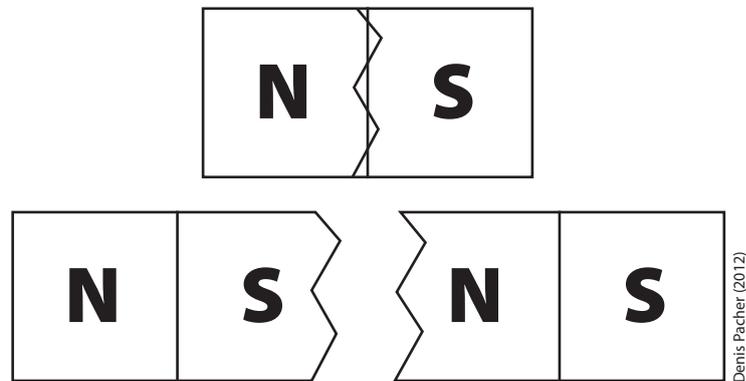


Figura 37 - Ímã dividido: os polos não se separam

Se você suspender um ímã por um fio, por exemplo, ele se alinhará aos polos magnéticos da Terra, assim como uma bússola.



**VOCE SABIA?**

A magnetita é um ímã natural. Ela foi descoberta pelos gregos antigos em um distrito da Ásia Menor, chamado Magnésia. Por isso seu nome é conhecido como magnetita. Mais tarde, começou a ser usada como bússola pelos chineses.

Atualmente existem tecnologias capazes de fabricar ímãs artificiais com boas propriedades magnéticas, devido à descoberta de materiais de fácil magnetização.

Os ímãs possuem essas propriedades de magnetizar ou atrair certos materiais devido ao campo magnético existente ao seu redor. Esse campo é formado por linhas de força orientadas.

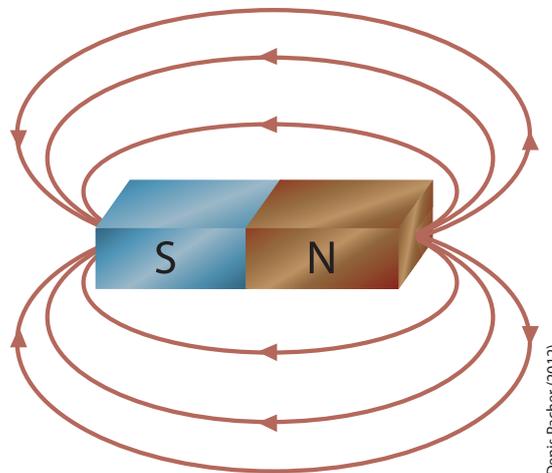


Figura 38 - Linhas de força do campo magnético de um ímã

Essas linhas se deslocam do polo norte em direção ao polo sul ao redor do ímã, e dentro do ímã essas linhas caminham do polo sul para o polo norte.

Agora você deve estar se perguntando: em que lugar encontrarei isso em um veículo? Bem, muitos sensores de um automóvel utilizam o princípio do magnetismo para seu funcionamento, mas para não confundir sua cabeça falando de algo que ainda não estudamos, vamos dar outro exemplo mais conhecido: os autofalantes de um carro. Isso mesmo! Eles possuem ímãs, e graças a eles você consegue ouvir o som do rádio.

Mas não é só isso. Existe outro fenômeno também muito importante para o funcionamento de um veículo, que é o eletromagnetismo, tema do nosso próximo assunto.

### 6.3.2 ELETROMAGNETISMO

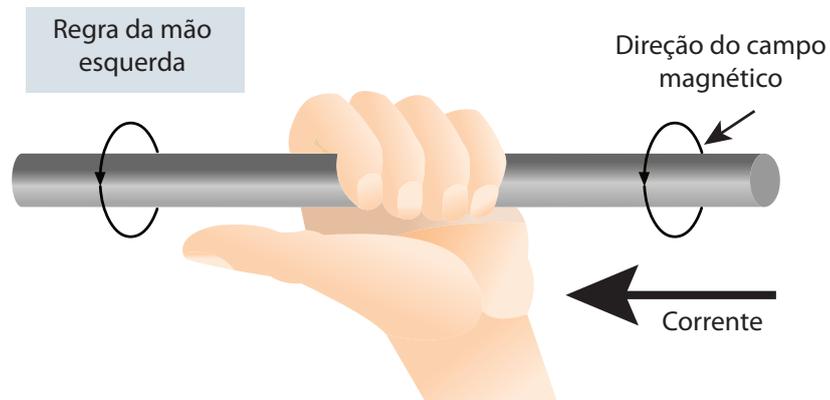
O eletromagnetismo pode ser confundido muito facilmente com o magnetismo, por possuírem os mesmos efeitos. Porém, como vimos, o magnetismo ocorre de forma natural, já o eletromagnetismo ocorre quando temos um fenômeno elétrico envolvido.

O eletromagnetismo foi descoberto por Hans Christian Orested (1777–1851), cientista dinamarquês. Por volta de 1820, Orested verificou que sempre que havia corrente circulando por um condutor próximo a uma bússola, o ponteiro da bússola se deslocava. Foi assim que ele descobriu que os fenômenos elétricos e os fenômenos magnéticos estavam sempre relacionados.

Sempre que temos uma **corrente elétrica** percorrendo um condutor, essa corrente forma um campo magnético ao redor desse fio, ou melhor, ela forma um **campo eletromagnético**, uma vez que quem gerou esse campo foi a corrente elétrica.

Esse campo eletromagnético possui um sentido, e esse sentido é estabelecido pela direção da corrente elétrica.

Para saber o sentido do campo magnético em um condutor, basta você utilizar a “regra da mão esquerda” (no caso, estamos utilizando o **sentido real** da corrente, que é do negativo para o positivo). Nessa experiência, o polegar indica a direção da corrente elétrica e os demais dedos o sentido do campo eletromagnético.

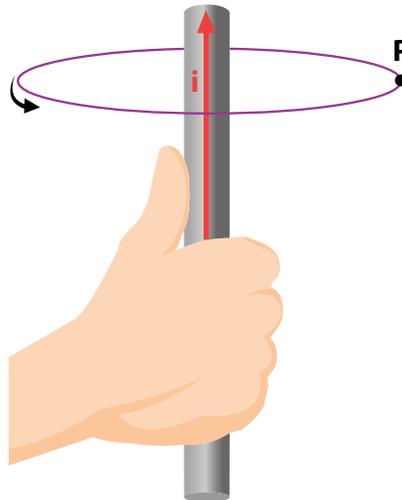


Denis Pachter (2012)

Figura 39 - Regra da mão esquerda para saber o sentido do campo magnético

**SAIBA  
MAIS**

Em muitas literaturas provavelmente você irá encontrar exemplos utilizando a regra da mão direita. Neste caso, utiliza-se o sentido convencional da corrente elétrica (positivo para o negativo). Ressaltamos que ambas as regras estão corretas.



Denis Pachter (2012)

Figura 40 - Regra da mão direita

Esse campo eletromagnético criado por uma corrente elétrica em um fio retilíneo geralmente é muito fraco. Para aumentarmos o campo eletromagnético, existem basicamente três formas. Veja:

- Aumentando a corrente elétrica, pois, quanto maior for a corrente, maior será o campo eletromagnético.
- Enrolando os fios em forma de espiras. Neste caso as linhas de força de cada espira se somam, aumentando também a intensidade do campo.

c) Inserindo um material ferroso no interior da bobina (núcleo). Dessa forma formamos um eletroímã; assim o campo se torna mais intenso e as extremidades do núcleo ficam polarizadas como em um ímã natural. A vantagem do eletroímã é que podemos controlar o seu funcionamento. Para desmagnetizá-lo, basta interrompermos o fluxo de corrente, assim o campo se desfaz.

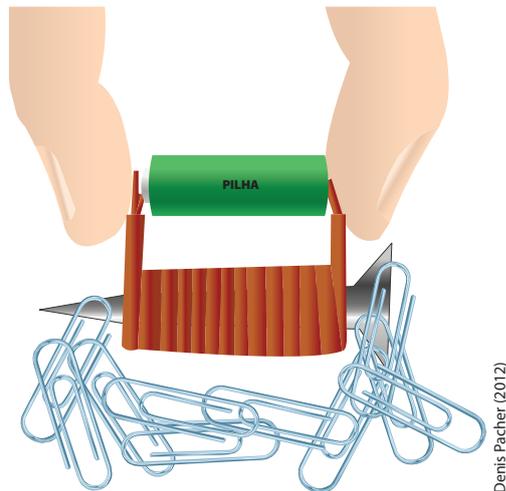


Figura 41 - Eletroímã

Conhecendo um pouco sobre os princípios do magnetismo e do eletromagnetismo, você já pode entender melhor o que é um indutor e como ele funciona.

O indutor nada mais é que uma bobina de fios em volta de um núcleo de ferro ou outro material magnético. Esses componentes, quando percorridos por uma corrente elétrica, formam em torno de si um campo eletromagnético, que pode ser usado como um eletroímã. Com esses eletroímãs podemos construir um relé, por exemplo, assunto que veremos a seguir.

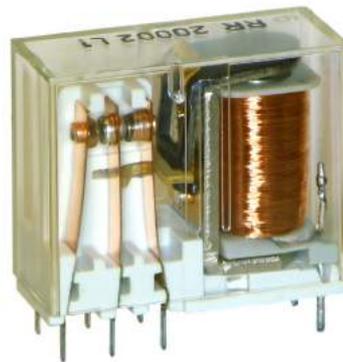


Figura 42 - Indutores

## 6.4 RELÉ

Você certamente verá bastante esse dispositivo em seu dia a dia de eletricista, por isso preste bastante atenção neste item e entenda bem para quê ele serve e como funciona.

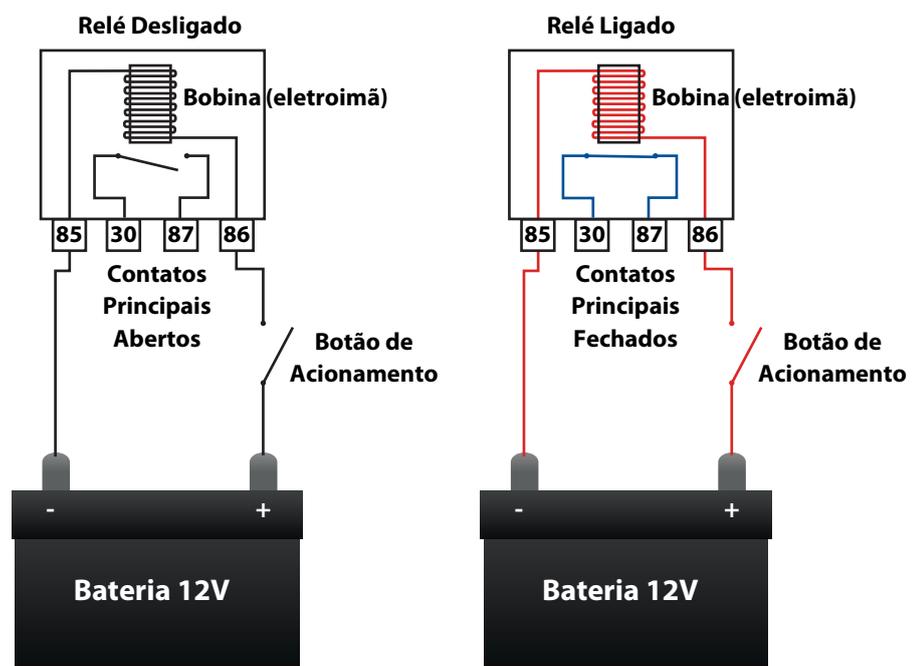
Existem inúmeros modelos de relé, para as mais variadas funções, porém vamos nos concentrar mais no que chamamos de **relé auxiliar**.



Dreamstime (2012)

Figura 43 - Relé

O relé nada mais é que uma chave magnética, ou seja, quando energizamos sua bobina (eletroímã), ele atua sobre uma chapinha metálica que fecha seus contatos principais.



Denís Pachter (2012)

Figura 44 - Funcionamento do relé ligado e desligado

Veja que no momento em que o botão de acionamento é fechado, a corrente elétrica circula pela bobina do relé formando um campo eletromagnético. Esse campo faz com que a chapinha se desloque fechando os contatos principais do relé.

Agora você deve estar se questionando: mas por que utilizar um relé? Em que lugar utilizá-lo? Que benefícios pode oferecer ao circuito? Bem, essas questões são fáceis de responder.

Primeiro você deve saber que determinadas cargas em um veículo consomem correntes elétricas consideravelmente elevadas, por exemplo, farol alto, farol auxiliar, motor da ventoinha, entre outros. Se essas cargas fossem acionadas diretamente, os botões de acionamento teriam sua vida útil muito reduzida devido ao arco voltaico formado em seus terminais toda vez que são ligados e desligados.

Outro fator seria a grande dimensão dos fios, o que geraria chicotes elétricos muito grossos. Sabemos que os veículos modernos estão saindo de fábrica cada vez com mais acessórios, o que exige mais espaço no automóvel.

Mas o que você precisa saber é que a corrente que comanda o relé é bem pequena em comparação à carga que ele aciona. Isso faz com que a vida útil dos botões aumente e a bitola dos fios diminua para o circuito de comando. Para que você entenda melhor o que foi explicado até agora, veja a figura abaixo, em que utilizamos os faróis como exemplo.

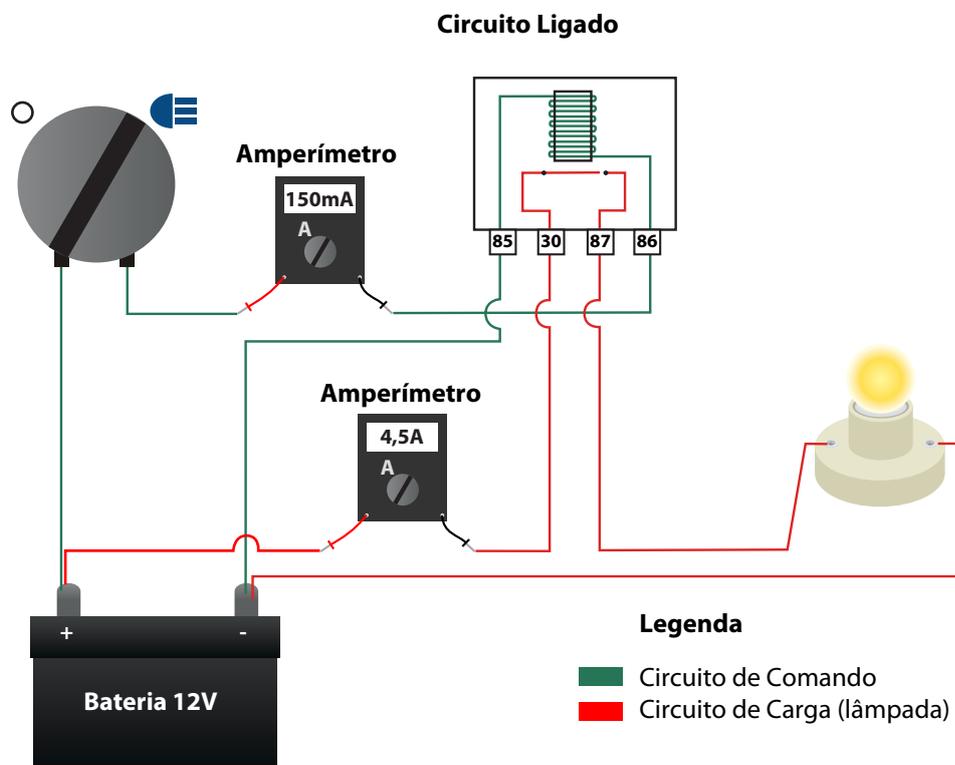


Figura 45 - Relé: circuito de comando e circuito de carga

Você reparou na diferença entre a corrente do circuito de comando e a corrente do circuito de carga (lâmpada)? Pois é, essa é uma das vantagens no uso do relé, pois os circuitos de comando e carga ficam isolados um do outro.

Os terminais de ligação do relé auxiliar geralmente seguem a numeração indicada nos desenhos mostrados anteriormente, ou seja, terminais 85 e 86 para alimentação da bobina, e 30 e 87 para os contatos principais da carga.

Existem também relés auxiliares com cinco terminais, que seriam 85, 86 (alimentação da bobina), 30, 87 e 87a. Neste caso existe um terminal comum para a carga, que seria o 30, e outros dois terminais: um normalmente aberto, 87 (NA), e um normalmente fechado, 87a (NF). Veja a ilustração abaixo para um melhor entendimento.

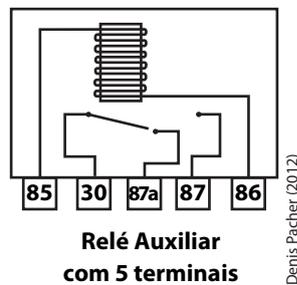


Figura 46 - Relé auxiliar com cinco terminais

Bem, a seguir vamos falar sobre um outro componente elétrico, também muito importante no sistema elétrico de um veículo: o fusível de proteção.

## 6.5 FUSÍVEL

Os fusíveis são equipamentos destinados a proteger os circuitos elétricos dos automóveis contra curto circuito e possíveis sobrecorrentes que possam vir a ocorrer. De modo geral, podemos dizer que sua função é queimar. Estranho não é? Mas é isso mesmo. Assim a instalação do veículo fica protegida caso algum problema ocorra.

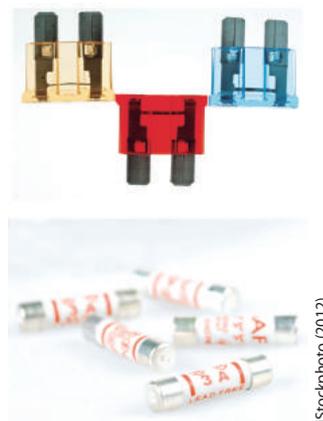


Figura 47 - Modelos de fusível

Dentre os modelos citados, provavelmente o que você mais irá encontrar é o terceiro modelo, o do tipo lâmina, que pode vir também em tamanhos grandes, como maxifusível; ou tamanhos pequenos, minifusíveis. Os fusíveis também são especificados quanto a sua capacidade de condução em ampères. Esse valor geralmente vem gravado em seu próprio corpo. No caso dos fusíveis tipo lâmina, além do valor gravado, possuem cores que também representam a sua capacidade de condução. Veja alguns exemplos na tabela abaixo.

Tabela 5 - Capacidade de condução de acordo com a cor do fusível

FUSÍVEL TIPO LÂMINA	CAPACIDADE DE CONDUÇÃO	COR
	3	Violeta
	4	Rosa
	5	Laranja
	7,5	Marrom
	10	Vermelho
	15	Azul
	20	Amarelo
	25	Cristal
	30	Verde

Esses componentes geralmente ficam em uma central elétrica que pode ficar abaixo do painel, no lado do motorista, ou no cofre do motor. Ou, ainda, nos dois lugares, dependendo do tipo e modelo de veículo.

Os fusíveis são constituídos por elementos metálicos de baixo ponto de fusão. Logo, se a corrente estiver acima do valor da capacidade do fusível, a temperatura irá aumentar além de seu ponto de fusão e o elemento metálico irá queimar, abrindo o circuito e interrompendo o fluxo de corrente elétrica.



#### FIQUE ALERTA

Quando você for substituir algum fusível queimado, observe se não há nada de errado no circuito e também a capacidade desse fusível. **Jamais substitua** por um de maior valor, e em **hipótese alguma** por um **jumper** (pedaço de fio). Esse tipo de prática pode levar a sérios acidentes, inclusive incêndios.

Bem, agora que você já conhece um pouco mais sobre o fusível, lembre-se de que quando ele queimar, ele está cumprindo com a sua tarefa, protegendo o veículo. Vamos agora saber sobre outro componente elétrico: o comutador de ignição.

## 6.6 COMUTADOR DE IGNIÇÃO

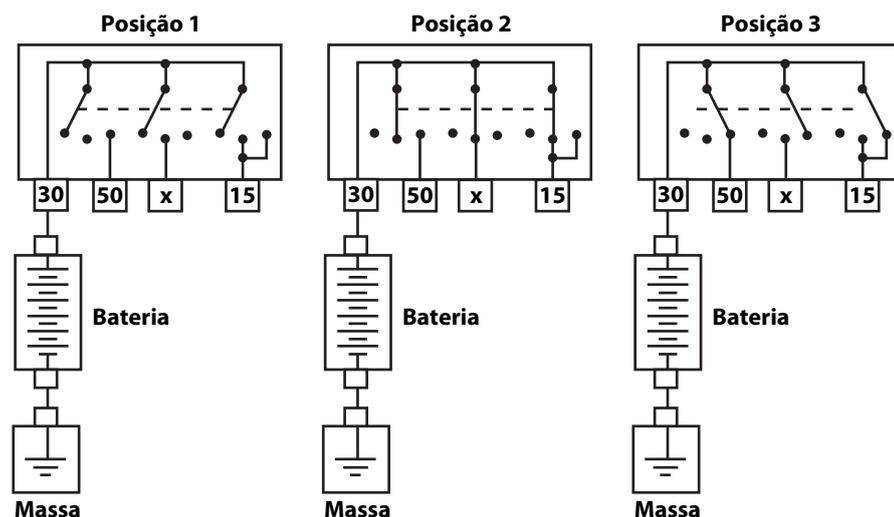
O comutador de ignição é o componente que você usa para ligar e desligar a grande maioria dos circuitos de um veículo. Esse componente fica atrás do tambor da chave que liga o veículo. Veja na figura um modelo dessa peça tão importante em um automóvel.



Dreamstime (2012)

Figura 48 - Comutador de ignição

O comutador de ignição é basicamente um interruptor com várias conexões. A grande maioria dos comutadores possui três ou quatro terminais: um é de entrada (seria a linha 30 direto da bateria) e os demais são de saída (linhas 15, função X, e 50, por exemplo). Cada montadora possui seu modelo e suas particularidades, mas vamos nos focar em um modelo mais simples para que você entenda bem o funcionamento desse componente.



Denis Pachter (2012)

Figura 49 - Posições de funcionamento de um comutador de ignição

Os comutadores geralmente possuem três posições de funcionamento: desligado, marcha e partida.

A posição 1, desligado, é aquela em que você consegue colocar e retirar a chave do tambor.

A posição 2 é o primeiro estágio da chave: a corrente proveniente da bateria passa a alimentar os componentes que estão ligados às linhas da função X e linha 15.

Por fim, a posição 3 é a que usamos para dar a partida no veículo. Note que nessa posição a linha da função X é desabilitada, pois essa linha é a que alimenta componentes desnecessários para a partida do veículo, tais como autorrádio e faróis, centralizando toda a corrente da bateria para o motor de partida (componente que mais consome corrente elétrica em um automóvel). Perceba também que na linha 15 existe uma ponte entre os contatos da posição 2 e posição 3. Isso porque durante a partida alguns componentes precisam ser alimentados junto com o motor de partida; os sistemas de ignição e injeção são alguns exemplos.

Agora você deve estar se perguntando: que linhas são essas 30, 15, 50, função X? Não se preocupe! Mais adiante, quando estivermos estudando sobre desenhos e diagramas elétricos, você entenderá melhor tudo isso. Agora o importante é que você compreenda bem como funciona e para que serve o comutador de ignição. Para finalizar esta parte dos nossos estudos, vamos conhecer mais um componente: o condutor.

## 6.7 CONDUTOR

Os condutores são os componentes que levam a eletricidade da sua fonte geradora até seu consumidor final. Isso mesmo! São nada mais, nada menos que fios condutores.

Como o próprio nome sugere, esses componentes têm função contrária à das resistências elétricas. As resistências limitam a passagem de corrente elétrica, e os condutores têm o dever de facilitar o seu caminho, oferecendo o menor valor de resistência possível.



### CASOS E RELATOS

#### Fusível Queimado

Pedro, ao ser parado em uma blitz, foi autuado pelo guarda por não estar com os faróis funcionando. Não deu outra: foi multado. Para não passar pelo inconveniente novamente, decidiu levar seu veículo a um eletricista para resolver o problema. Ao chegar à autoelétrica, o eletricista constatou que o fusível estava queimado. Vendo que seria muito fácil resolver o problema, foi logo pegando outro fusível para trocar. Colocou o novo fusível no local e despachou Pedro dizendo que estava tudo resolvido.

Porém, não era tão simples assim. No dia seguinte, Pedro voltou à oficina com a mesma queixa. O electricista constatou o mesmo problema, trocou o fusível e despachou Pedro novamente. Pela terceira vez o inconveniente se repetiu, e lá estava Pedro na autoelétrica de novo. O electricista então resolveu colocar um *jumper* no lugar do fusível e disse que ele não teria mais problema.

Pedro, como não entendia do assunto, agradeceu e foi embora. Porém, no dia seguinte, trafegando à noite, após ligar os faróis sentiu um cheiro esquisito dentro do carro; parecia algo queimando. Ao olhar para baixo viu uma fumaça saindo por debaixo do painel. Na mesma hora parou o carro, desligou o veículo e com o auxílio do extintor apagou o que seria um princípio de incêndio. Ao investigar o ocorrido, notou que o incêndio ocorrera por um curto-circuito em um dos faróis, o mesmo em que o electricista havia trocado o fusível por um pedaço de fio comum.

---

Existem vários tipos de material que servem como condutores de eletricidade, dentre eles podemos citar o **alumínio**, o **ouro** e o **cobre**, sendo este último o mais utilizado.

Em uma instalação elétrica veicular, você encontrará uma enorme quantidade de chicotes (nome dado aos conjuntos de condutores de um sistema elétrico) e fios elétricos. Na maioria das vezes, quando possuímos o diagrama elétrico do veículo em mãos, conseguimos identificar a função de cada condutor pela sua cor e numeração nos terminais. Mas nos diagramas elétricos, geralmente as montadoras colocam apenas o código das cores e a numeração dos conectores para economizar espaço e despoluir o desenho.

Em alguns casos você encontrará fios com duas cores; geralmente a segunda cor vem em uma faixa sobre a cor predominante. Nesse caso, para identificar o condutor você deve considerar primeiramente a cor predominante e em seguida a cor da faixa.



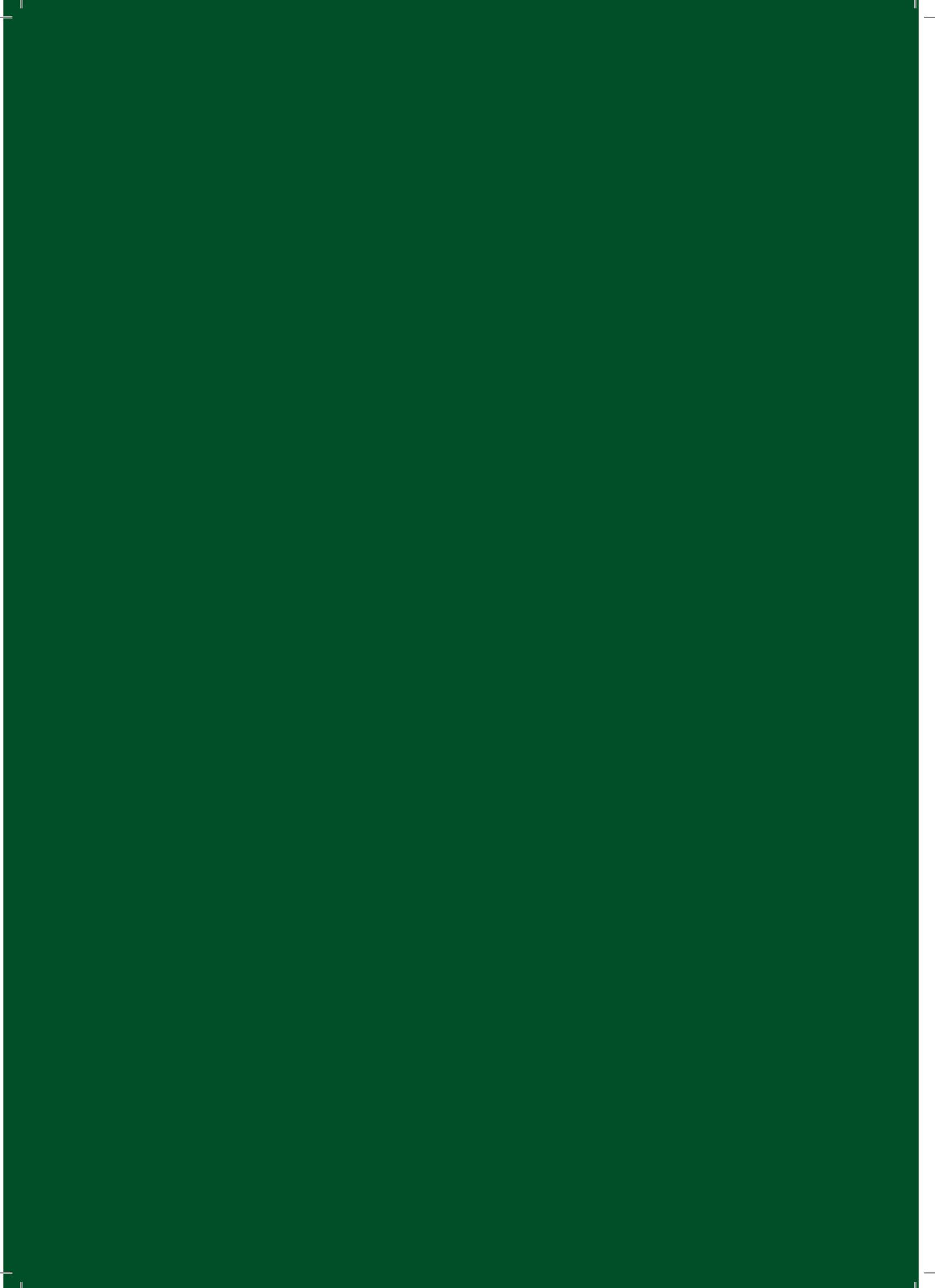
**Fio vermelho com faixa preta**

Figura 50 - Exemplo de fio elétrico com duas cores

Dreamstime (2012)

Sendo assim, como o vermelho é o predominante e o preto é a faixa, então dizemos que esse é um fio vermelho e preto, e não preto e vermelho. Na representação das letras das cores você deve utilizar o mesmo critério.







Que tal se aprofundar um pouco mais na área da eletricidade? Vamos, a partir de agora, aprender um pouco sobre circuitos elétricos. Como novidade, você vai:

- a) conhecer desenhos de circuitos e as simbologias utilizadas;
- b) saber o que são circuitos em série, circuitos em paralelo e circuitos mistos;
- c) conhecer alguns diagramas dos principais sistemas elétricos.

Prepare-se para conhecer muitas coisas novas e fundamentais no trabalho automotivo! Siga em frente!

## 7.1 DESENHOS DE CIRCUITOS

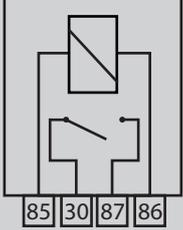
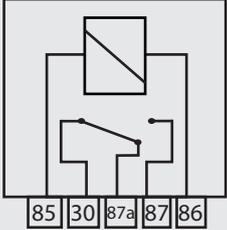
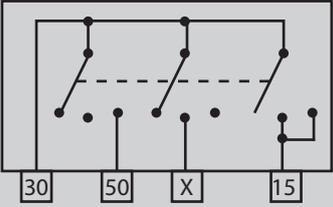
Os desenhos de circuitos servem para ajudá-lo a identificar algum componente ou fio, na hora de trabalhar em alguma falha de um veículo. Para que tais desenhos fossem entendíveis por todos, criou-se uma série de símbolos que representam cada componente da instalação elétrica. É exatamente isso que você verá a seguir.

## 7.2 SIMBOLOGIA

Cada montadora geralmente possui sua própria simbologia e sua maneira de identificar os componentes em um diagrama elétrico. Portanto, vamos trabalhar com os elementos mais comuns e também os mais conhecidos.

Para você entender melhor essa simbologia, montamos um quadro com alguns tipos de componentes elétricos mais comuns. Confira:

SÍMBOLO	COMPONENTE
	Fio (condutor)
	Conexão (emenda nó)
	Chave (interruptor) aberta
	Chave (interruptor) fechada
	Contato normalmente aberto (NA)
	Contato normalmente fechado (NF)
	Resistor fixo
	Resistor variável
	Indutor (bobina)
	Capacitor
	Lâmpada
	Bateria (positivo)
	Terra (negativo)

	Motor de corrente contínua
	Relé auxiliar 4 pinos
	Relé auxiliar 5 pinos
	Comutador de ignição
	Fusível
	Amperímetro
	Voltímetro
	Ohmímetro

Quadro 2 - Simbologia de componentes elétricos mais comuns

Da mesma forma que existem os símbolos, também há uma numeração que identifica as linhas em um sistema elétrico veicular. Veja algumas dessas numerações:

- linha 30 – positivo direto da bateria;
- linha 15 – positivo pós-chave (comutador de ignição);
- linha 31 – negativo (massa ou terra);
- linha 50 – positivo do motor de partida.

Agora que você já conhece os símbolos elétricos automotivos mais comuns, podemos trabalhar com os diagramas elétricos. Então, vamos começar pelos tipos de circuitos mais conhecidos e quais suas particularidades em relação à tensão e à corrente elétrica. Acompanhe!

### 7.3 CIRCUITO EM SÉRIE

Num circuito em série, todos os componentes somam os valores de suas resistências como se fossem uma única resistência (resistência equivalente). Logo, a corrente total do circuito é igual em todas as resistências, pois há apenas um caminho para ela percorrer. Já a tensão se divide de acordo com a resistência de cada componente, porém a soma das tensões de todos os componentes deve ser igual à tensão da fonte.

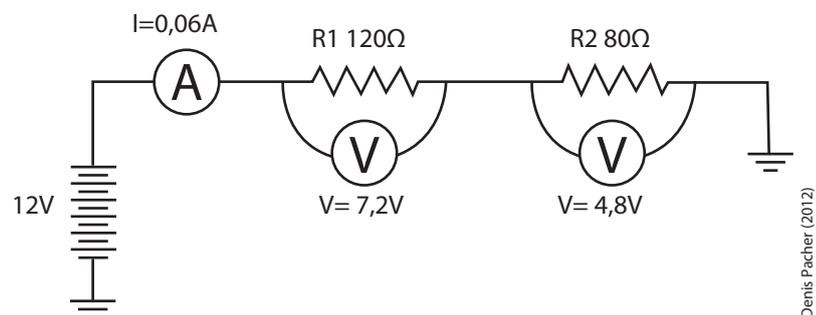


Figura 51 - Circuito em série

Nesse exemplo, temos apenas duas resistências em série, mas pode ocorrer de termos várias. Nesse caso, podemos simplificar o circuito encontrando a resistência total dele, ou seja, transformar essas resistências como se fossem uma só, encontrando o que chamamos de **resistência equivalente**. No caso de resistências em série, utilizamos a seguinte fórmula:

$$R_{eq} = R1 + R2 + R3 + \dots + Rn$$

Então, no caso do exemplo anterior, teremos:

$$R_{eq} = R1 + R2$$

$$R_{eq} = 120 + 80$$

$$R_{eq} = 200 \Omega$$

Logo, a resistência equivalente do circuito será de  $200 \Omega$ .

Bem, agora que temos a resistência total do circuito e também a tensão da fonte, que no caso é de  $12 V$ , podemos calcular a corrente total do circuito. Para tal operação vamos utilizar o mesmo procedimento e fórmula que aprendemos anteriormente:

$$V = R \times I$$

$$12 = 200 \times I$$

$$I = \frac{12}{200}$$

$$I = 0,06 \text{ A ou } 60 \text{ mA}$$

Tendo o valor da corrente total, podemos encontrar a queda de tensão em cima de cada resistência. Observe:

Para R1

$$V_{R1} = R \times I$$

$$V_{R1} = 120 \times 0,06$$

$$V_{R1} = 7,2 \text{ V}$$

Para R2

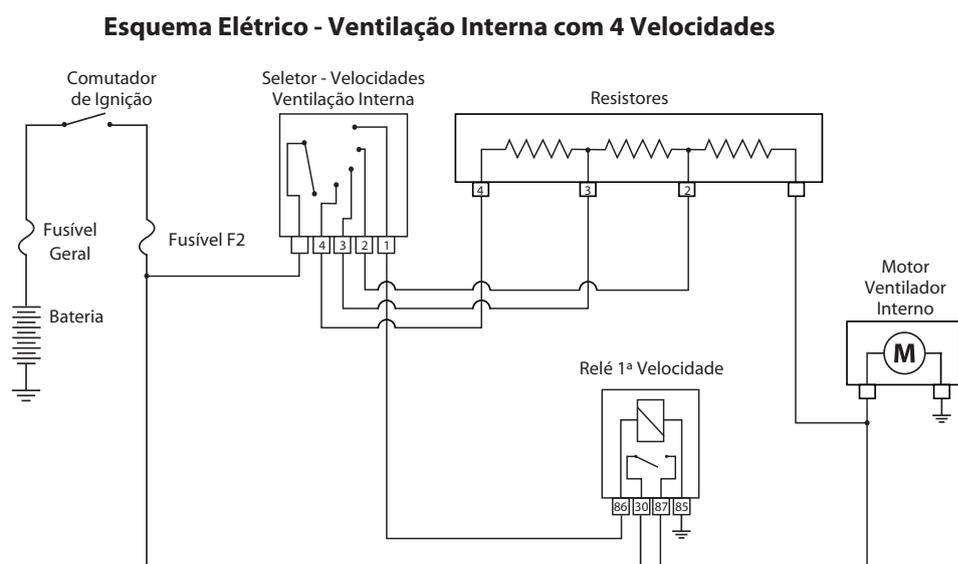
$$V_{R2} = R \times I$$

$$V_{R2} = 80 \times 0,06$$

$$V_{R2} = 4,8 \text{ V}$$

Então, obtivemos uma queda de tensão de 7,2 V na primeira resistência; e 4,8 V na segunda. Observe que a soma desses dois valores resulta os mesmos 12 V fornecidos pela fonte.

Bom, voltando um pouco mais para a área automotiva, podemos citar como exemplo de circuito em série o controle de velocidade da ventilação interna. Veja o esquema a seguir:



Note que temos três resistores em série que controlam as três primeiras velocidades. Quando estamos na quarta velocidade (mais baixa), a corrente tem de passar por todos os três resistores, restando apenas uma pequena tensão em cima do motor, o que o faz girar em baixa velocidade. À medida que avançamos à próxima velocidade, pulamos um resistor. Isso faz aumentar a tensão em cima do motor do ventilador interno, aumentando também a sua velocidade. Quando selecionamos a primeira velocidade (mais alta), alimentamos o relé, que fecha seus contatos principais fornecendo 12 V diretamente da bateria ao motor, sem passar por nenhum resistor, que então funciona em sua velocidade máxima.

Agora reflita: se por acaso o resistor do meio queimasse, o que você acha que aconteceria? Está pensando sobre a obstrução da corrente? Isso mesmo, as velocidades quatro e três (duas mais baixas) não iriam funcionar, pois no circuito em série a corrente possui apenas um caminho a percorrer. Então, caso haja uma obstrução nesse caminho, a corrente não tem por onde fluir. Logo, o circuito não funciona.

Já as velocidades dois e um (duas mais altas) funcionariam normalmente.

Vamos agora ao circuito paralelo.

## 7.4 CIRCUITO PARALELO

Nesse tipo de circuito, temos algumas mudanças em relação ao circuito em série. No circuito em paralelo, por exemplo, a tensão é a mesma da fonte para todos os componentes. A corrente, por sua vez, se divide para cada componente de acordo com o valor de cada resistência.

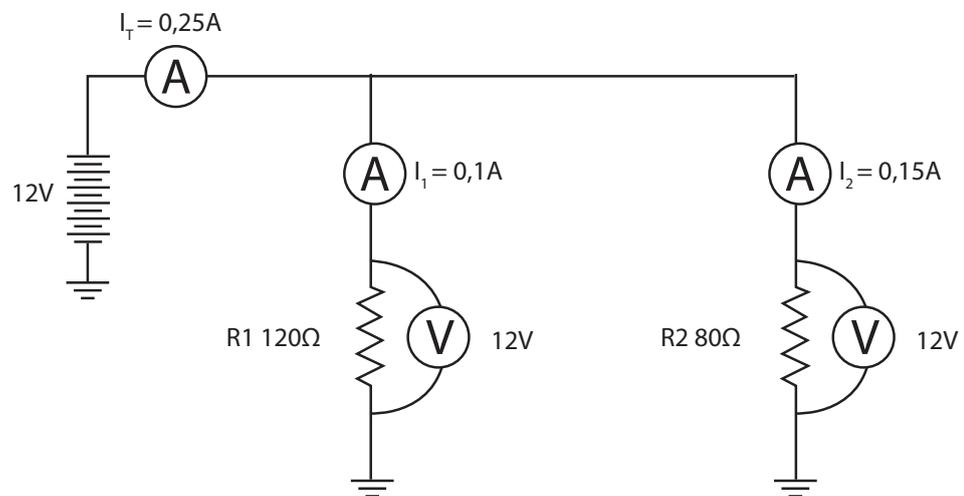


Figura 53 - Circuito paralelo

No exemplo acima, temos apenas duas resistências, mas pode acontecer de haver mais de uma em paralelo, em um mesmo circuito. Para calcular os valores da corrente, tanto a total como a existente em cada resistência, você precisa primeiramente calcular a **resistência equivalente** do circuito, ou seja, o mesmo procedimento feito no circuito em série. Porém, para circuitos paralelos, você deve utilizar a seguinte fórmula:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Então, usando o exemplo anterior, temos:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{120} + \frac{1}{80} \quad \frac{2+3}{240} = \frac{5}{240} \quad \frac{1}{R_{eq}}$$

$$R_{eq5} = 240 \quad R_{eq} = \frac{240}{5} \quad R_{eq} = 48\Omega$$

Para obtermos o 240 tiramos o mínimo múltiplo comum (mmc) entre 120 e 80

120	80		2
60	40		2
30	20		2
15	10		2
15	05		3
05	05		5
01	01		240



**VOCÊ SABIA?**

O mínimo múltiplo comum (MMC) entre dois números é representado pelo menor valor comum pertencente aos múltiplos dos números.

Obtendo a resistência equivalente, que no caso deu  $48\Omega$ , você pode encontrar a corrente total do circuito aplicando a fórmula abaixo:

$$V = R \times I$$

$$12 = 48 \times I$$

$$I = \underline{12}$$

$$48$$

$$I = 0,25 \text{ A ou } 250 \text{ mA}$$

Uma vez que a tensão sobre cada resistência é a mesma da fonte em circuitos paralelos, e os valores das resistências são conhecidos, você também pode obter o valor da corrente total calculando a corrente sobre cada resistência individual. Depois, é só somar todos os valores encontrados. Veja:

**Para R1**

$$V = R \times I$$

$$12 = 120 \times I$$

$$I = \frac{12}{120}$$

$$I = 0,1 \text{ A}$$

**Para R2**

$$V = R \times I$$

$$12 = 80 \times I$$

$$I = \frac{12}{80}$$

$$I = 0,15 \text{ A}$$

Logo:  $0,1 + 0,15 = 0,25 \text{ A}$ , mesmo valor encontrado no procedimento feito anteriormente. Note também que a soma dos valores da corrente de cada resistência individual **deve ser igual** ao valor da **corrente total** fornecida pela fonte de alimentação.

Agora vamos a mais um exemplo prático da área automotiva para ilustrar um circuito em paralelo. Vamos usar um esquema elétrico simplificado das luzes de freio de um automóvel.

**Esquema Elétrico - Luzes de Freio**

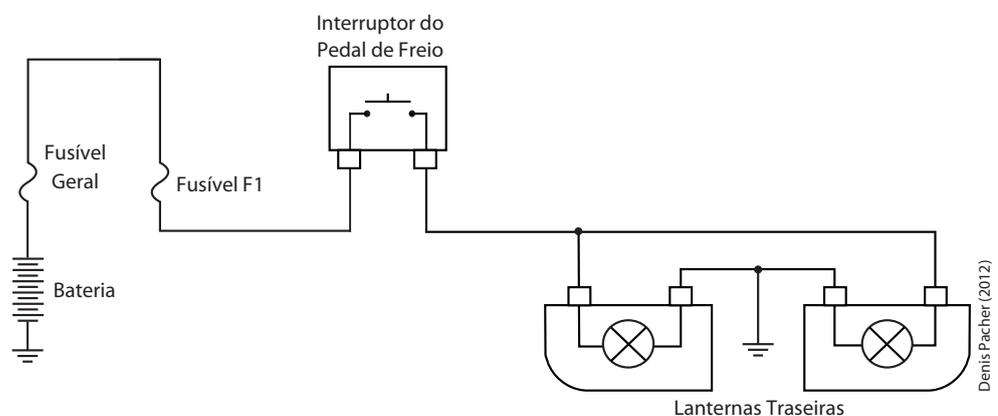


Figura 54 - Esquema elétrico das luzes de freio

Note que uma lâmpada não depende da outra para funcionar. Logo, se uma delas queimar, a outra permanece operando normalmente, pois estão ligadas em paralelo. O caminho que a corrente percorre é separado para cada lâmpada. Conseguiu acompanhar facilmente? Vamos então conhecer o circuito misto.

## 7.5 CIRCUITO MISTO

Um circuito misto inclui o circuito em série e o circuito em paralelo. É o que se encontra mais comumente. Para fins de cálculo, basta simplificá-lo da mesma forma como mostrado anteriormente. Ao achar sua resistência equivalente, podemos obter a corrente total ou qualquer outra grandeza que desejamos.

Para isso, primeiramente transformamos as resistências em paralelo em uma resistência equivalente. Logo, essa resistência equivalente estará em série com as demais. Então, é só somar os valores e obter a resistência total do circuito.

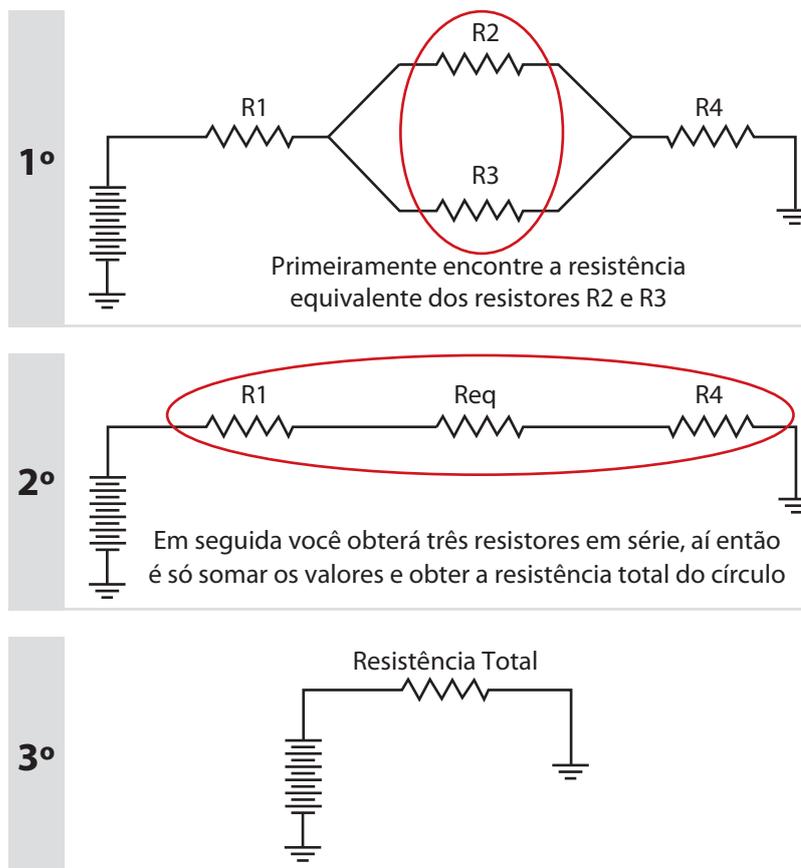


Figura 55 - Circuito misto: passo a passo para cálculo da resistência total

Bom, agora que você já se familiarizou com os três circuitos apresentados (circuito em série, circuito paralelo e circuito misto), vamos adiante para conhecer os diagramas elétricos. Continue atento!

## 7.6 DIAGRAMAS ELÉTRICOS

A partir de agora, vamos mostrar alguns diagramas dos principais sistemas elétricos de um veículo. Como existem inúmeras marcas e modelos de veículos, ilustraremos com exemplos simples, sem particularidades de nenhuma montadora. Acompanhe!

### 7.6.1 CIRCUITO DE SINALIZAÇÃO E ILUMINAÇÃO

A iluminação e a sinalização de um veículo é muito importante, não é mesmo? Já imaginou trafegar sem faróis à noite ou em meio à neblina? Sem dúvida estaríamos expostos a grandes riscos. Por esse motivo é essencial que você conheça os circuitos de sinalização e iluminação. Vale lembrar que as ilustrações que serão mostradas a seguir são meros exemplos para que você entenda melhor os diagramas elétricos. Quando você for trabalhar em algum veículo específico, procure sempre utilizar o manual técnico do fabricante.

**Diagrama Elétrico - Luz de Posição, Farol Baixo e Farol Alto**

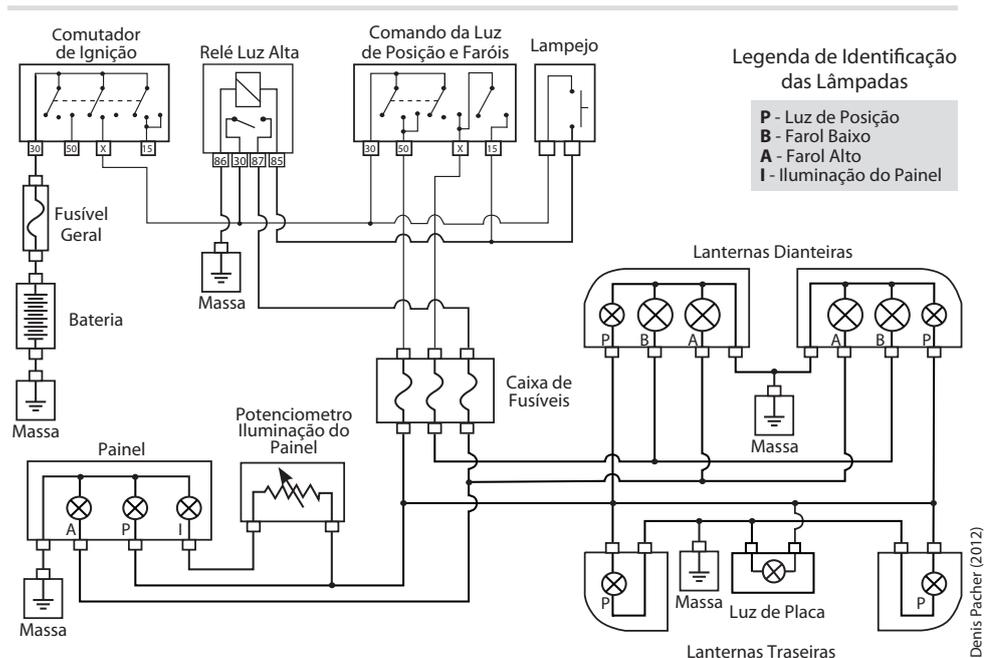


Figura 56 - Diagrama elétrico das luzes de posição, farol baixo e farol alto

No exemplo acima, utilizamos um **potenciômetro** que regula a intensidade da luz do painel quando ativamos a luz de posição. Note também que no comutador de ignição e no botão do comando das luzes existe um pontilhado entre os símbolos das chaves. Isso quer dizer que ao movimentar uma chave, automaticamente a outra também acompanha esse movimento.



### FIQUE ALERTA

Ao analisar um diagrama elétrico, procure seguir suas linhas com bastante calma para não se confundir e acabar perdendo seu raciocínio. Isso pode causar uma interpretação errada.

Como já havíamos dito anteriormente, existem diversas marcas e modelos de automóvel, da mesma forma como há também diversas formas de se montar um circuito elétrico. O **diagrama elétrico de faróis auxiliares** é um exemplo disso. Existem várias opções para se ligar um farol auxiliar, mas quando o farol é original de fábrica, na maioria dos modelos ele só acende após o farol alto estar ligado. Veja o esquema a seguir.

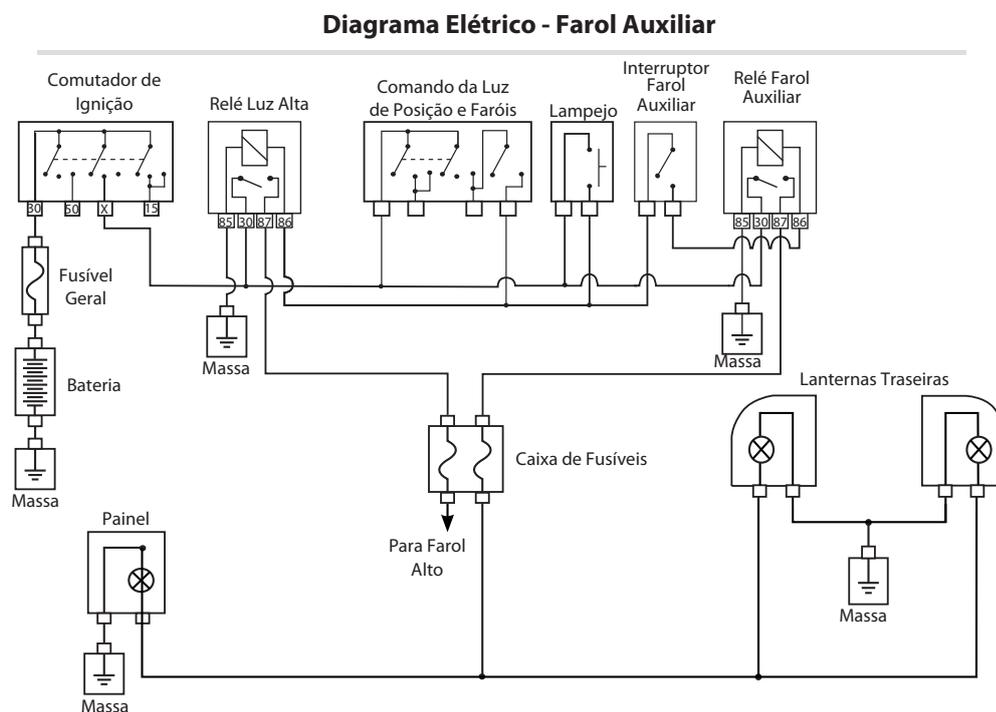


Figura 57 - Diagrama elétrico de farol auxiliar

O circuito de **direção e emergência** nada mais é que as setas e o alerta. Verifique o diagrama elétrico na próxima figura.

### Diagrama Elétrico - Luzes de Direção e Emergência

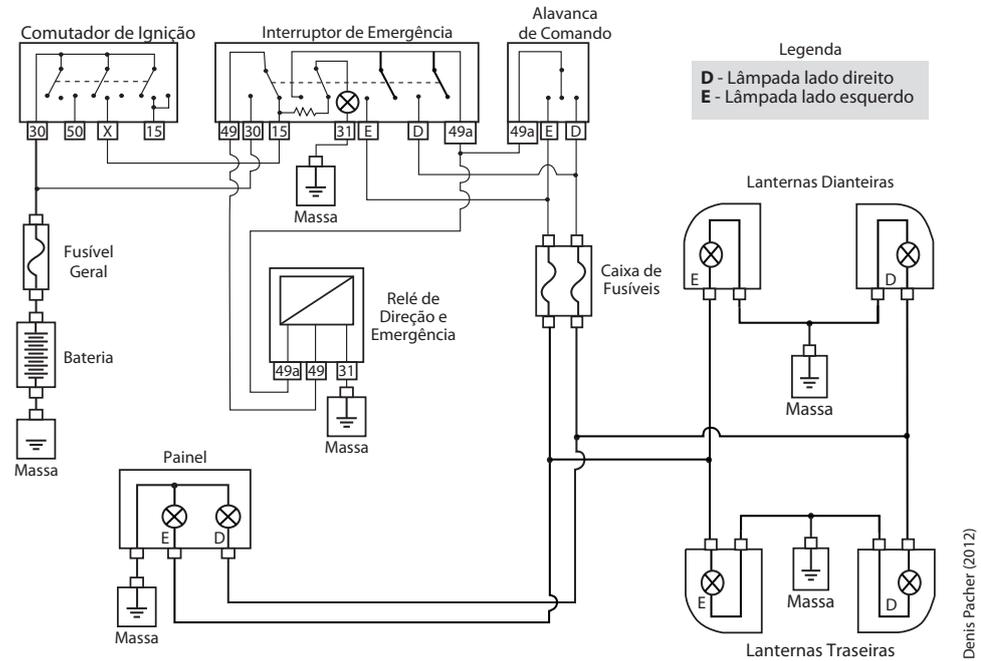


Figura 58 - Diagrama elétrico de luzes de direção e emergência

O sistema de direção funciona graças ao interruptor de emergência, a alavanca de comando e o relé de direção e emergência (relé de seta mencionado anteriormente). São esses três componentes, além das lâmpadas, que sinalizam para onde queremos ir com nosso veículo em um cruzamento, por exemplo, ou sinalizar com o alerta quando algum problema acontece.

Outra importante sinalização é a luz de freio. Ela sinaliza ao veículo de trás quando diminuimos a velocidade repentinamente utilizando os freios.

### Diagrama Elétrico - Luzes de Freio

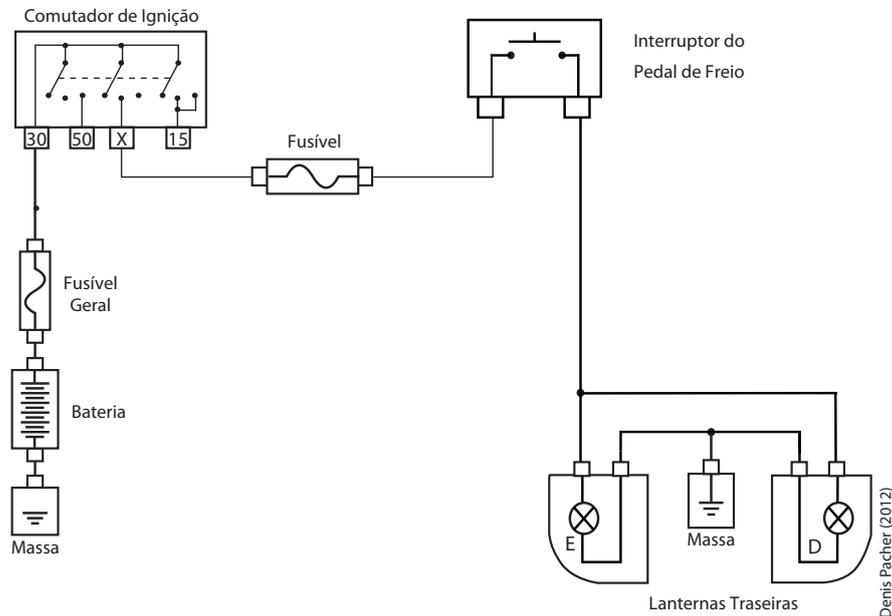


Figura 59 - Diagrama elétrico de luzes de freio

O funcionamento desse sistema é bastante simples: no pedal de freio existe um interruptor que é acionado toda vez que pisamos nele, assim o circuito é fechado e as luzes de freio nas lanternas traseiras acendem.

Outro importante sistema de sinalização em um veículo são **as luzes de ré**. Verifique no esquema a seguir como elas funcionam.

### Diagrama Elétrico - Luzes de Ré

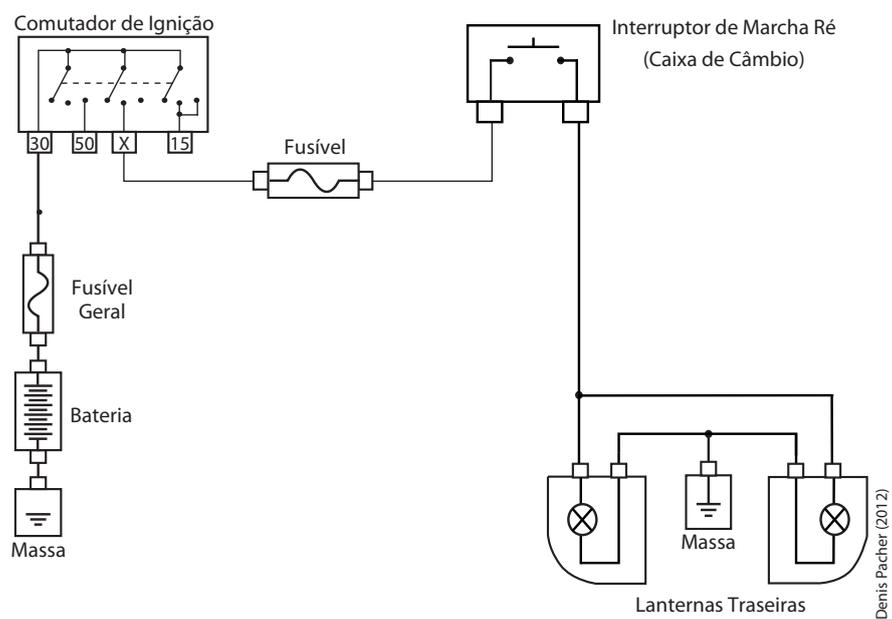


Figura 60 - Diagrama elétrico das luzes de ré

Note que esse sistema é bem semelhante ao sistema das luzes de freio. A única diferença entre os dois é que nesse caso o interruptor que aciona o circuito fica situado na caixa de câmbio do veículo. Sempre que engatamos a marcha à ré, um dispositivo mecânico dentro da caixa de câmbio aciona o interruptor de marcha à ré, que fecha o circuito e acende as lâmpadas nas lanternas traseiras do carro.

Da mesma forma que existe a iluminação externa do veículo, também é importante termos iluminação dentro do automóvel, seja ela por simples conforto ou por segurança, uma vez que elas podem alertar quando esquecemos uma porta aberta, por exemplo. Conheça melhor o funcionamento da **iluminação interna**.

#### Diagrama Elétrico - Luz de Cortesia

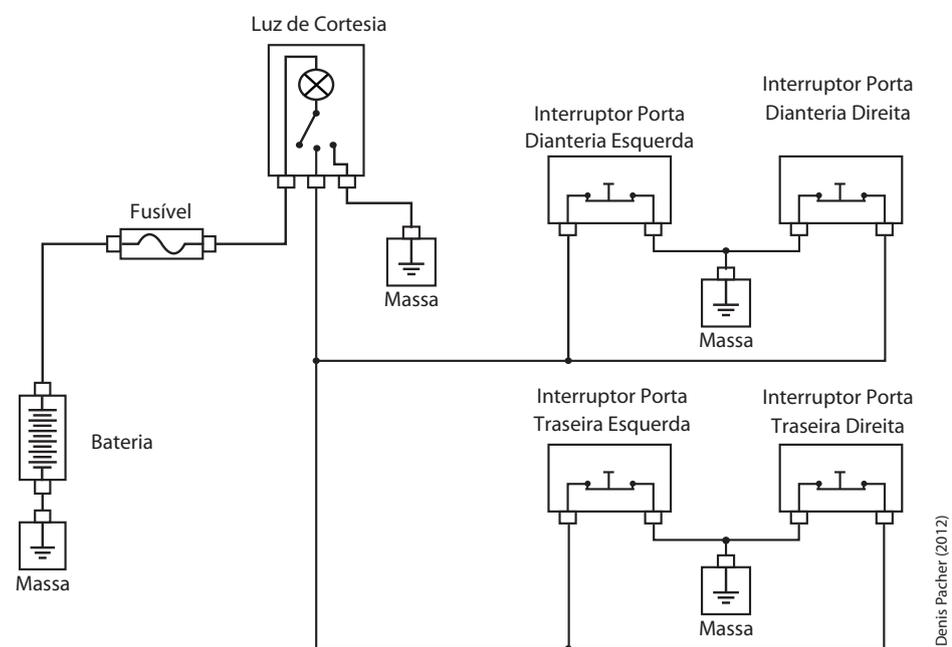


Figura 61 - Diagrama elétrico da luz de cortesia (luz de teto)

Denis Pachter (2012)



## CASOS E RELATOS

### Uso do Diagrama Elétrico para a Solução de Problemas

Antônio é recém-formado e agora trabalha em uma concessionária de veículos como ajudante de eletricista. Certo dia, apareceu um veículo com problemas nas luzes de freio. Como um desafio ao principiante, o chefe de oficina resolveu dar uma oportunidade a Antônio para pôr em prática seus conhecimentos adquiridos durante a sua formação.

Foi aí que Antônio percebeu quanto é importante para o eletricista ter em mãos os manuais técnicos do veículo e seu diagrama elétrico, além das de-

mais ferramentas que todo bom eletricista deve possuir, como multímetros, caneta de polaridade e por aí vai.

A partir da leitura e interpretação dos diagramas elétricos do veículo, ficou mais claro quais as possibilidades de defeito que o veículo poderia apresentar. Assim ficou mais fácil para Antônio rastrear o defeito do veículo, que logo foi solucionado. Antônio descobriu que o problema era um mau contato no chicote, na parte traseira do veículo. Se não fosse pelos manuais técnicos, Antônio ficaria batendo a cabeça por um bom tempo.

O funcionamento desse sistema também é bastante simples. Ao abrirmos uma porta, o interruptor da porta fecha seus contatos mandando negativo para a lâmpada que, por sua vez, já tem um positivo em seu outro terminal vindo direto da bateria. Sendo assim, a luz no teto acende.

No esquema mostrado, os interruptores estão posicionados como se todas as portas estivessem abertas, ou seja, com seus contatos fechados. Ao fechar as portas, os contatos se abrem e o circuito é interrompido.

Note também que há outro interruptor na própria luz de cortesia. Ele tem a função de controlar o funcionamento dessa lâmpada. Nesse exemplo, você pode controlar o funcionamento da lâmpada de cortesia de três formas: pode mantê-la sempre desligada ou sempre ligada, independentemente de as portas do veículo estarem abertas ou não; e pode também controlá-las pelos interruptores das portas. Para tal, basta posicionar o interruptor da luz de cortesia na opção desejada.



#### **FIQUE ALERTA**

Reforçamos que nem sempre os diagramas obedecem a esses esquemas elétricos que apresentamos, uma vez que cada montadora possui um diagrama diferente. Por segurança, sempre consulte o manual do fabricante.

### 7.6.2 CIRCUITO DE CARGA

O circuito de carga de um veículo é sua fonte de alimentação, ou seja, é por meio desse sistema que todos os componentes elétricos de um automóvel são alimentados. Esse circuito é basicamente composto por bateria e alternador.

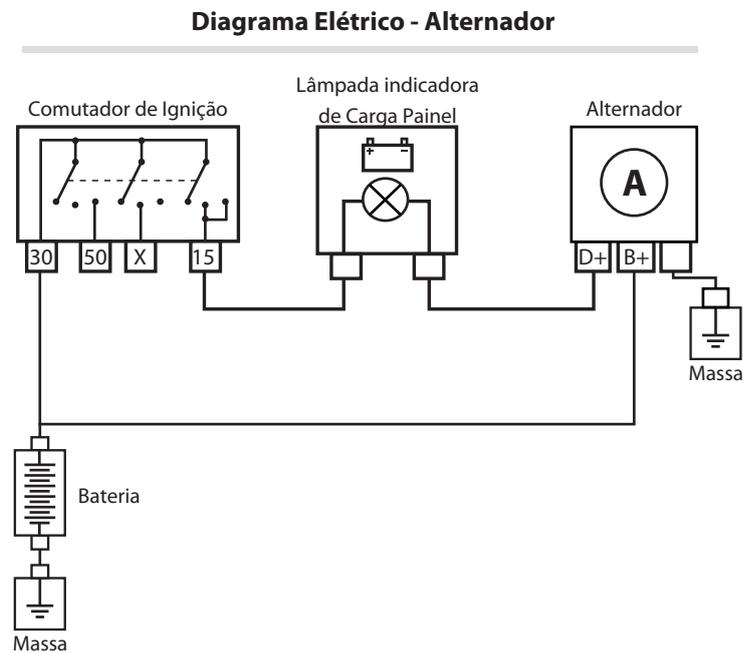


Figura 62 - Diagrama elétrico alternador

### 7.6.3 CIRCUITO DE PARTIDA

Para finalizarmos nosso assunto, vamos mostrar o diagrama elétrico do circuito de partida de um veículo. Certamente você já sabe do que se trata, certo? Estamos falando do motor de partida. Ele nada mais é que um motor elétrico. Quando viramos a chave para dar a partida, ele entra em atividade dando os primeiros movimentos ao motor do veículo. Após o veículo entrar em funcionamento, soltamos a chave, que retorna à posição central e o motor de partida é desativado. Note no diagrama da próxima figura que a linha que alimenta o motor de partida é a linha 50.

### Diagrama Elétrico - Motor de Partida

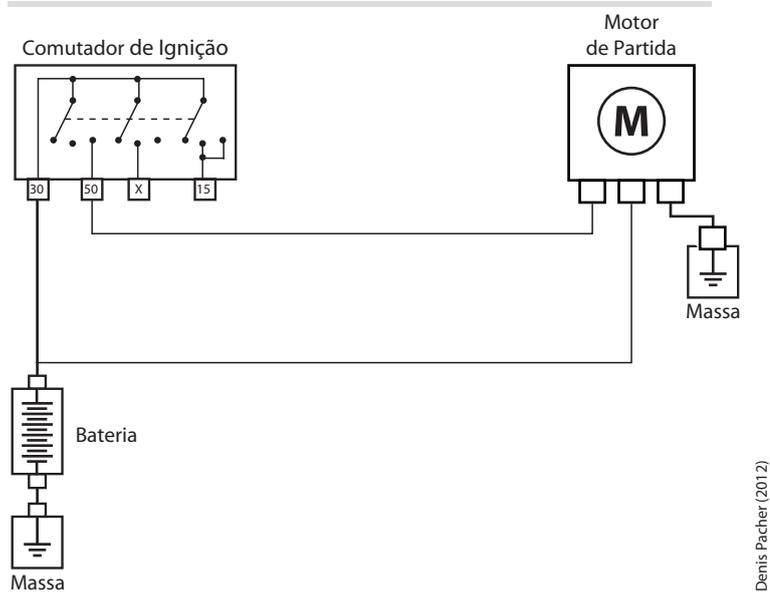


Figura 63 - Diagrama elétrico do motor de partida



**SAIBA MAIS**

Neste link você pode encontrar ainda mais informações sobre circuitos elétricos: <[www.dt.fee.unicamp.br/~www/ea513/ea513.html](http://www.dt.fee.unicamp.br/~www/ea513/ea513.html)>. Acesso em: 20 fev. 2012.



### RECAPITULANDO

Vimos muitas informações importantes até aqui, não é mesmo? Por esse motivo, vamos ajudar você, recapitulando os tópicos principais. Acompanhe!

Você agora já sabe que os desenhos de circuitos servem para ajudá-lo a identificar algum componente ou fio na hora de trabalhar em alguma falha no veículo. Viu as simbologias mais comuns dos componentes elétricos, bem como os tipos de circuito mais conhecidos (em série, em paralelo e misto). Por fim, conheceu alguns diagramas elétricos. E, ainda, uma dica muito importante: aprendeu que no dia a dia deve sempre utilizar o manual técnico do fabricante.

Vamos agora avançar para a última parte dos nossos estudos!

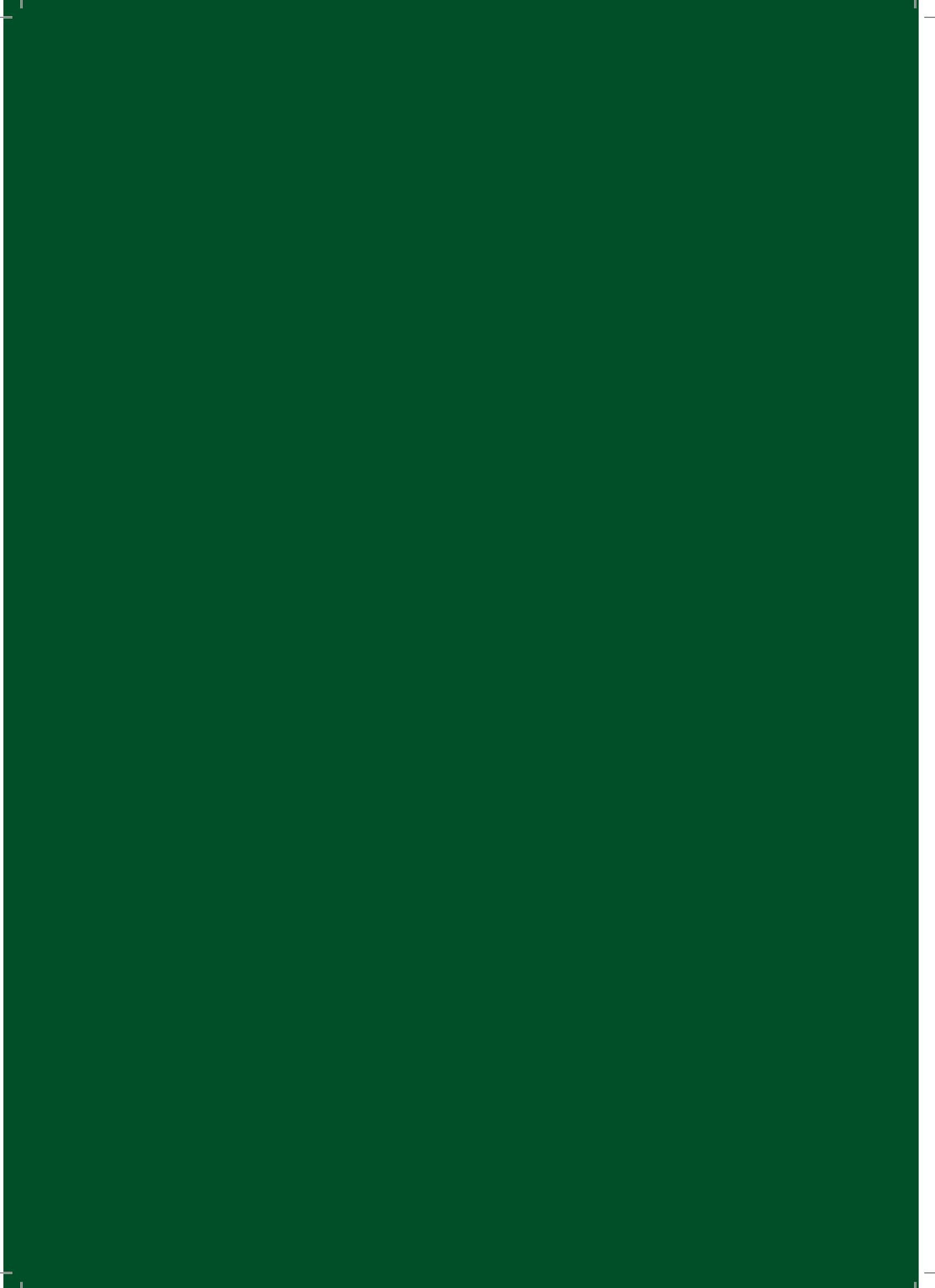




Figura 64 - Descarte de materiais

Pense rapidamente e responda: o que você faz com todas aquelas pilhas velhas e usadas? E quanto às lâmpadas queimadas? Talvez você diga: “Jogo no lixo reciclável”. Pois é, mas você sabia que existem normas específicas para gerenciar a questão do descarte de materiais? E é isso que veremos a partir de agora. O nosso objetivo aqui é:

- a) conhecer o que diz a Norma Técnica ABNT NBR 10.004;
- b) saber quais são as outras normas que envolvem descarte de materiais;
- c) conhecer a Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei Federal n. 12.305, de 2 de agosto de 2010 e demais requisitos legais;
- d) ter ciência dos riscos dos resíduos eletrônicos;
- e) conhecer alguns equipamentos de proteção.

### <sup>1</sup> ÁGUA DESIONIZADA

É aquela água que teve sua carga elétrica neutralizada pela remoção ou adição de elétrons. Esse processo remove da água nitratos, cálcio e magnésio, além de cádmio, bário, chumbo e algumas formas de rádio.

### <sup>2</sup> RESÍDUOS AGRO-SILVO-PASTORIS

Resíduos gerados nas atividades agropecuárias e silviculturas, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.

## 8.1 NORMA TÉCNICA ABNT NBR 10.004

A norma técnica da ABNT NBR 10.004 classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que esses resíduos possam ter manuseio e destinação adequados.

A NBR 10.004 adota a seguinte classificação para os resíduos (ABNT, 2004):

a) **Resíduos Classe I – perigosos.** São aqueles que apresentam periculosidade em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas. Podem causar: riscos à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices; riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada. Esses resíduos apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Nos anexos A ou B da norma NBR 10.004, você pode consultar os resíduos perigosos de fontes específicas e não específicas.

b) **Resíduos Classe II – não perigosos.** Podem ser **não inertes** ou **inertes**. Os não inertes podem ter propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Os inertes são quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada<sup>1</sup>, à temperatura ambiente não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G da NBR 10.004/04.

c) Vamos aprofundar um pouco mais nossos conhecimentos em relação às normas da ABNT NBR? Acompanhe nosso próximo assunto.



**SAIBA  
MAIS**

Se você quiser conhecer mais sobre as normas técnicas da ABNT NBR 10.004, consulte-as acessando o link <[www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf](http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf)>. Acesso em: 12 fev. 2012.

### 8.1.1 DEMAIS NORMAS

**ABNT NBR 10.005:** procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos.

**ABNT NBR 10.006:** procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.

**ABNT NBR 10.007:** amostragem de resíduos sólidos.

**ABNT NBR 12.235:** armazenamento de resíduos sólidos perigosos.

**ABNT NBR 11.174:** armazenamento de resíduos classe II (não inertes) e classe III (inertes).

É importante que você conheça as leis que regulam o tratamento que deve ser dado no Brasil aos resíduos sólidos. Por isso, a seguir trataremos da Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei Federal n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Acompanhe.

## 8.2 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS – LEI FEDERAL N. 12.305, DE 02 DE AGOSTO DE 2010



Figura 65 - Coleta de resíduos elétricos e eletrônicos

Esta lei federal, recém-criada, institui a **política nacional de resíduos sólidos**, que altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências.

Com a sanção dessa lei, o país passa a ter um marco regulatório na área de resíduos sólidos. A lei faz a distinção entre resíduo (material que pode ser reaproveitado ou reciclado) e rejeito (o que não é passível de reaproveitamento), além de se referir a todo tipo de resíduo: doméstico, industrial, da construção civil, eletroeletrônico, lâmpadas de vapores mercuriais, **agro-silvo-pastoril**, da área de saúde e perigosos.

Os principais objetivos desta lei são:

- a) a não geração, redução, reutilização e tratamento de resíduos sólidos;
- b) destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- c) diminuição do uso dos recursos naturais (água e energia, por exemplo) no processo de produção de novos produtos;
- d) intensificação de ações de educação ambiental;
- e) aumento da reciclagem no país;
- f) promoção da inclusão social;
- g) geração de emprego e renda para catadores de materiais recicláveis.

Essa lei também estabelece princípios para a elaboração dos planos nacional, estadual, regional e municipal de resíduos sólidos. Ela propicia oportunidades de cooperação entre o poder público federal, estadual e municipal, o setor produtivo e a sociedade em geral, na busca de alternativas para os problemas socioambientais existentes e na valorização dos resíduos sólidos, por meio da geração de emprego e renda. Conheça a seguir outros requisitos legais.

### 8.2.1 DEMAIS REQUISITOS LEGAIS

#### a) Resolução CONAMA 257/99

Estabelece a obrigatoriedade de procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada para **pilhas e baterias** que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos.

#### b) Resolução CONAMA 401/08

Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para **pilhas e baterias** comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado.

#### c) Resolução CONAMA 461/09

Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por **pneus** inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada.

#### d) Resolução CONAMA 362/05

Estabelece definições e torna obrigatório o reconhecimento e destinação adequada de todo o **óleo lubrificante** usado ou contaminado.

#### e) Resolução CONAMA 275/01

Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.



Denis Pachter (2012)

Figura 66 - Coletas seletoras

### 8.3 RESÍDUOS ELETRÔNICOS

Entre os resíduos sólidos urbanos produzidos, há um tipo específico que merece nossa atenção. São os resíduos de equipamentos eletrônicos ao fim de seu ciclo de vida.

O resíduo eletrônico é formado por aparelhos eletrônicos, como baterias recarregáveis, celulares e placas de circuito impresso que chegaram ao final de sua vida útil.

De acordo com o CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem), esses materiais já representam 5% dos detritos produzidos pela população mundial. Somente no Brasil, a cada ano são descartadas cerca de 500 mil toneladas de sucata eletrônica.

Dentro deste contexto, a reciclagem se tornou uma solução viável e eficaz para impedir o crescimento desordenado do descarte dos resíduos eletrônicos. A partir do tratamento, esses produtos são reaproveitados e podem ser usados como matéria-prima na fabricação de diversos equipamentos. Além disso, evita-se a extração de recursos naturais, garantindo benefícios ao planeta.

Veja a seguir informações sobre algumas das substâncias que podem ser encontradas nos equipamentos eletroeletrônicos e seus prejuízos à saúde. Esses dados foram extraídos do Relatório de Estudos de Apresentação das Propostas das Diretivas 2002/96/CE e 2002/95/CE pela Comissão das Comunidades Europeias em 13/06/2000 ao Parlamento Europeu.

SUBSTÂNCIA	UTILIZAÇÃO	PREJUÍZOS AOS SERES VIVOS
CHUMBO	Soldagem de placas de circuitos impressos, o vidro dos tubos de raios catódicos, a solda e o vidro das lâmpadas elétricas e fluorescentes.	Danos nos sistemas nervosos central e periférico dos seres humanos. Foram também observados efeitos no sistema endócrino. Além disso, o chumbo pode ter efeitos negativos no sistema circulatório e nos rins.
MERCÚRIO	Termostatos, sensores, relês e interruptores (por exemplo, em placas de circuitos impressos e em equipamento de medição e lâmpadas de descarga), equipamentos médicos, transmissão de dados, telecomunicações e telefones celulares. Só na União Europeia são utilizadas 300 toneladas de mercúrio em sensores de presença. Estima-se que 22% do mercúrio consumido anualmente seja utilizado em equipamentos elétricos e eletrônicos.	O mercúrio inorgânico disperso na água é transformado em metilmercúrio nos sedimentos depositados no fundo. O metilmercúrio acumula-se facilmente nos organismos vivos e concentra-se através da cadeia alimentar pela via dos peixes. O metilmercúrio provoca efeitos crônicos e causa danos no cérebro.
CÁDMIO	Em placas de circuitos impressos, o cádmio está presente em determinados componentes, como resistências de chips SMD, semicondutores e detectores de infravermelhos. Os tubos de raios catódicos mais antigos contêm cádmio. Além disso, o cádmio tem sido utilizado como estabilizador em PVC.	Os compostos de cádmio são classificados como tóxicos e com risco de efeitos irreversíveis à saúde humana. O cádmio e os compostos de cádmio acumulam-se no corpo humano, especialmente nos rins, podendo vir a deteriorá-los com o tempo. O cádmio é absorvido por meio da respiração, mas também pode ser ingerido nos alimentos. Em caso de exposição prolongada, o cloreto de cádmio pode causar câncer e apresenta um risco de efeitos cumulativos no ambiente devido à sua toxicidade aguda e crônica.

<p>PBB e PBDE retardadores de chama bromados (PBB) e os éteres difenílicos polibromados (PBDE)</p>	<p>Regularmente incorporados em produtos eletrônicos, como forma de assegurar uma proteção contra a inflamabilidade, o que constitui a principal utilização destas substâncias. A sua utilização faz-se sobretudo em quatro aplicações: placas de circuitos impressos, componentes como conectores, coberturas de plástico e cabos. Os 5-BDE, 8-BDE e 10-BDE são principalmente usados nas placas de circuitos impressos, nas coberturas de plástico dos televisores, componentes (como os conectores) e nos eletrodomésticos de cozinha. Sua liberação para o ambiente se dá no processo de reciclagem dos plásticos componentes dos equipamentos.</p>	<p>São desreguladores endócrinos. Uma vez libertados no ambiente, os PBB podem atingir a cadeia alimentar onde se concentram. Foram detectados PBB em peixes de várias regiões. A ingestão de peixe é um meio de transferência de PBB para os mamíferos e as aves. Não foi registrada qualquer assimilação nem degradação dos PBB pelas plantas.</p>
--	---	--

Quadro 3 - Substâncias e os prejuízos aos seres vivos



### VOCÊ SABIA?

O destino final de resíduos deverá ser efetuado por empresas terceirizadas. Na contratação dessas empresas, deve-se exigir licença ambiental, quando existir, para disposição final dos resíduos.

Conhecendo os resíduos eletrônicos e os prejuízos que eles podem nos causar, você deve ter se perguntado: o que eu devo fazer para me proteger desses resíduos? É aí que entra a questão dos equipamentos de proteção, nosso próximo assunto.



### CASOS E RELATOS

#### Resíduos Produzidos em Oficina Mecânica

José trabalha numa oficina mecânica. Após ler sobre descarte de resíduos, ele observou que em seu local de trabalho são comumente produzidos:

- óleo lubrificante usado (resíduo proveniente da troca de óleo lubrificante nos veículos);

- b) resíduos oleosos (estopas/trapos/panos contaminados com óleo, peças e filtros com óleo, embalagens de óleos lubrificantes etc.);
- c) baterias automotivas;
- d) sucatas de metais
- e) resíduos de borracha;
- f) pneus;
- g) lâmpadas de descarga;
- h) plástico, vidro, papel, papelão e alumínio;
- i) embalagem de produtos químicos (solventes, graxas etc.);
- j) lixo doméstico.

Preocupado com a quantidade de resíduos, José resolveu ir mais a fundo para saber sobre os riscos. Ele descobriu que, de acordo com a Norma Técnica ABNT NBR 10.004, existe a seguinte classificação quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública:

CLASSE	TIPO DE RESÍDUO
Classe I (Perigosos)	óleo lubrificante usado resíduos oleosos baterias automotivas lâmpadas de descarga embalagem de produtos químicos
Classe II A (Não inertes)	lixo doméstico pneus
Classe II B (Inertes)	sucatas de metais resíduos de borracha plástico, vidro, papel, papelão e alumínio

Quadro 4 - Tipos de resíduos e sua classificação quanto aos riscos

Então, José resolveu fazer a coisa certa! Os resíduos gerados pela oficina foram armazenados de acordo com sua respectiva classe, para posterior destinação adequada.

## 8.4 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO



### FIQUE ALERTA

As características recomendadas para os Equipamentos de Proteção Individual devem atender à Norma Regulamentadora n. 6, do Ministério do Trabalho e Emprego, e possuir Certificado de Aprovação (CA) junto a esse ministério.

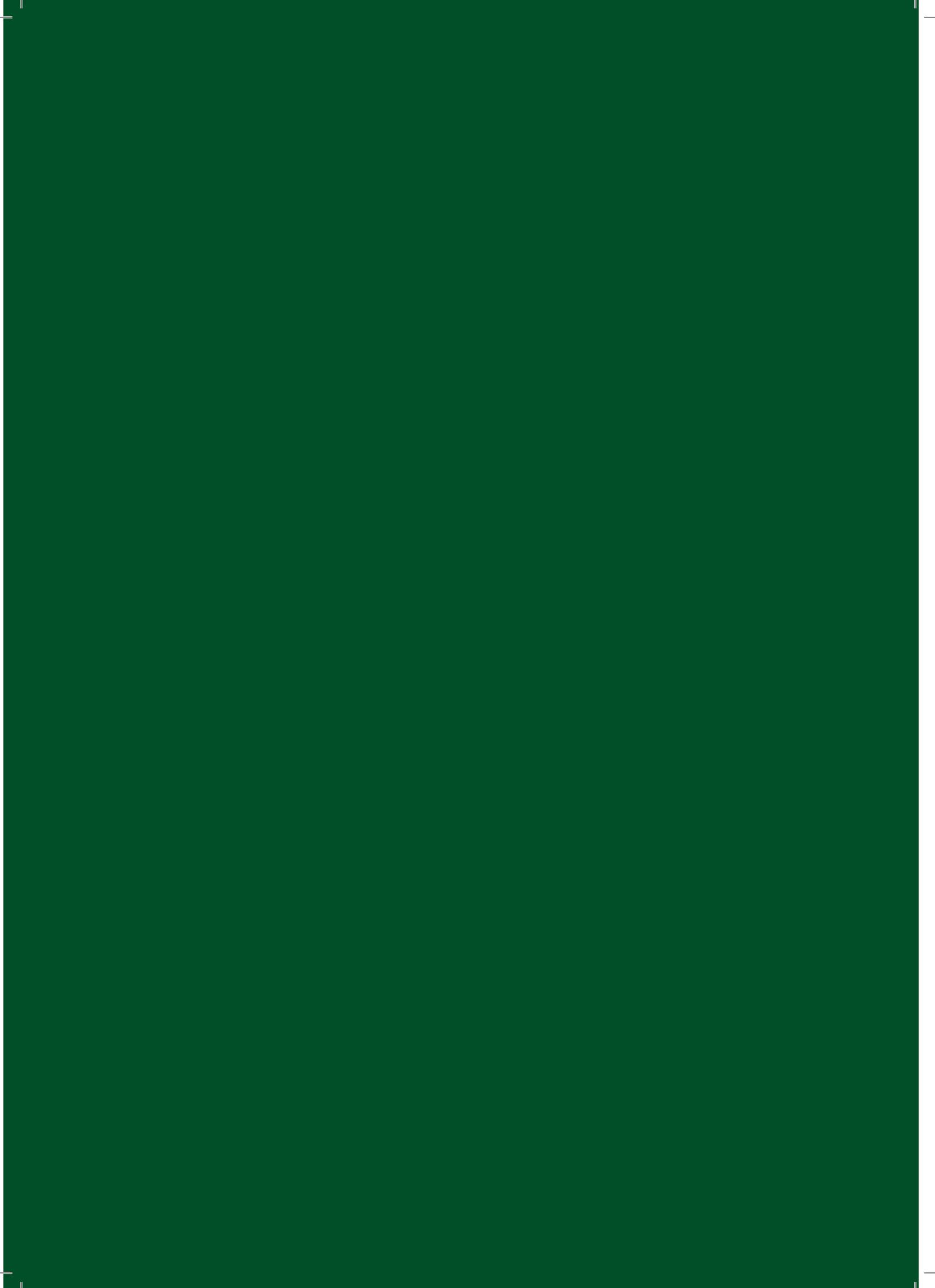
Para o manuseio de resíduos é recomendável o uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI). Conheça os equipamentos que são mais utilizados:

- a) uniforme – calça comprida e camisa com manga, no mínimo de tamanho  $\frac{3}{4}$ , de tecido resistente, específico para o uso do funcionário do serviço;
- b) luvas – de PVC, impermeáveis, com antiderrapantes nas palmas das mãos, resistentes;
- c) botas – de PVC, impermeáveis, resistentes e com solado antiderrapante;
- d) óculos de proteção;
- e) protetor facial.



### RECAPITULANDO

Com a sanção da Lei Federal n. 12.305, de 2 de agosto de 2010, o país passa a ter um marco regulatório na área de resíduos sólidos. Essa lei tem uma série de objetivos - como a não geração, redução, reutilização e tratamento de resíduos sólidos, e aumento da reciclagem no país – e também estabelece princípios para a elaboração dos planos nacional, estadual, regional e municipal de resíduos sólidos. Resumindo o que vimos agora, devemos não somente cuidar da limpeza e higiene no local de trabalho, mas também saber onde descartar os resíduos produzidos pelas empresas, tais como as oficinas mecânicas. O descarte correto de materiais demonstra preocupação e cuidado por parte da empresa em relação ao meio ambiente. E, ultimamente, esse item tem se revelado como um importante diferencial competitivo.



## REFERÊNCIAS

---

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10.004 – Classificação de resíduos sólidos**. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. São Paulo, 2004. Disponível em: <[www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf](http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf)>. Acesso em: 12 fev. 2012.

GUSSOW, Milton. **Eletricidade Básica**. 2. ed. Bookman, 2009.

LIMA, Luiz Mário Queiroz. **Biorremediação de lixões – Aplicações de biotecnologia ao meio ambiente**. 2002.

LORA, Electo Eduardo Silva. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. Brasília: ANEEL, 2000.

MACINTYRE, Archibald Joseph; NISKIER, Júlio. **Instalações elétricas**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

MAIA, A. L. D. A., et al. **Gerenciamento de resíduos sólidos industriais**. Belo Horizonte, agosto, 1992.

MARKUS, Otávio. **Circuitos elétricos: Corrente contínua e corrente alternada. Teoria e exercícios**. 7. ed. São Paulo: Érica, 2007.

ORSINI, Luiz de Queiroz. **Circuitos Elétricos**. 2 ed. Edgard Blucher, 2002. 1v.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

U.S.NAVY, Bureau Of Naval Personnel. **Curso Completo de Eletricidade Básica**. 1. ed. São Paulo: Hemus, 2002.

UNICAMP. **Circuitos elétricos**. Disponível em: <[www.dt.fee.unicamp.br/~www/ea513/ea513.html](http://www.dt.fee.unicamp.br/~www/ea513/ea513.html)>. Acesso em: 30 jan. 2012.

VOLTA, Alessandro. **A vida de Alessandro Volta**. Disponível em: <[www.explicatorium.com/Alessandro-Volta.php](http://www.explicatorium.com/Alessandro-Volta.php)>. Acesso em: 30 jan. 2012.



## MINICURRÍCULO DOS AUTORES

---

Alexandre Beiro Caraméz concluiu o Mestrado em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina, em 2002. Atualmente é professor dos seguintes cursos do SENAI: Tecnólogo em Gestão da Produção Industrial, Técnico em Segurança do Trabalho, Manutenção de Aeronaves e Técnico em Edificações. Presta consultoria na área ambiental para empresas na região da Grande Florianópolis (licenciamentos ambientais, elaboração de estudos ambientais, implantação de Sistemas de Gestão Ambiental em conformidade com a ISO 14.001 etc.).

Leonardo de Souza Stock concluiu o curso Técnico em Automobilística, em 2007.1 no SENAI São José/Palhoça. Atualmente, faz o curso de Tecnólogo em Processos Industriais com habilitação em Eletromecânica com estimativa de conclusão para o final do segundo semestre de 2012. Atua como técnico Pedagógico no SENAI-SC desde 2008.



# ÍNDICE

---

## **A**

Água desionizada 92

Ampère 18, 21, 26, 43, 67

## **D**

Diodo 46

## **R**

Resíduos agro-silvo-pastoris 93

## **P**

Potenciômetro 56, 83



**SENAI – DEPARTAMENTO NACIONAL  
UNIDADE DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – UNIEP**

*Rolando Vargas Vallejos*  
Gerente Executivo

*Felipe Esteves Morgado*  
Gerente Executivo Adjunto

*Diana Neri*  
Coordenação Geral do Desenvolvimento dos Livros

**SENAI – DEPARTAMENTO REGIONAL DE SANTA CATARINA**

*Simone Moraes Raszl*  
Coordenação do Desenvolvimento dos Livros no Departamento Regional

*Beth Schirmer*  
Coordenação do Núcleo de Desenvolvimento

*Maristela de Lourdes Alves*  
Coordenação do Projeto

*Alexandre Beiro Caraméz*  
*Leonardo de Souza Stock*  
Elaboração

*Rodrigo Willemann*  
Revisão Técnica

*Luciana Effting*  
*CRB14/937*  
Ficha Catalográfica

---

**FABRICO**

Design Educacional

Revisão Ortográfica, Gramatical e Normativa

Ilustrações

Tratamento de Imagens



# ***Mecânico de Automóveis - Alimentação***

**Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco**

**Presidente**

Jorge Wicks Côrte Real

**Departamento Regional do SENAI de Pernambuco**

**Diretor Regional**

Antônio Carlos Maranhão de Aguiar

**Diretor Técnico**

Uaci Edvaldo Matias

**Diretor Administrativo e Financeiro**

Heinz Dieter Loges

**Ficha Catalográfica**

629.063            SENAI.DR.PE. **Mecânico de Automóveis – Alimentação.**

S474m            Recife, DITEC/DET/NRI, 2002.

1. MECÂNICA DE AUTOMÓVEL
2. MECÂNICA DE AUTOMÓVEL - ALIMENTAÇÃO
- I. Título

Direitos autorais de propriedade exclusiva do SENAI. Proibida a reprodução parcial ou total, fora do Sistema, sem a expressa autorização do Departamento Regional de Pernambuco.

SENAI – Departamento Regional de Pernambuco

Rua Frei Cassimiro, 88 – Santo Amaro

50100-260 - Recife – PE

Tel.: (81) 3416-9300

Fax: (81) 3222-3837

## SUMÁRIO

Introdução	05
Sistema de Alimentação	05
Tanque de Combustível	06
Tubulação	07
Filtro de Combustível	08
Bomba de Combustível	09
Carburação	14
Sistema de Preaquecimento do Ar de Admissão	15
Sistema de Nível Constante	17
Sistema de Partida a Frio (Borboleta do Afogador)	20
Sistema de Marcha Lenta e Progressão	27
Sistema Principal	34
Sistema Suplementar Aerodinâmico ou Econostat	40
Carburadores com Duas Câmaras	41
Carburador Eletrônico	43
Princípios Básicos de Injeção Eletrônica	52
Circuito de Combustível	55
Circuito Elétrico	61
Bibliografia	72

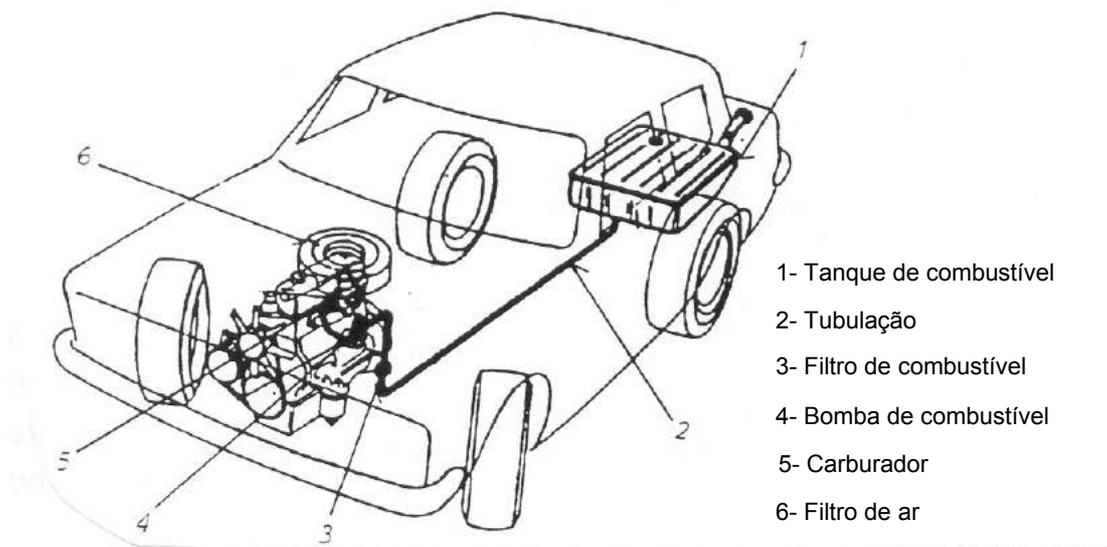
## INTRODUÇÃO

A presente apostila tem por objetivo transmitir ao aluno o conhecimento da forma como se processa a carburação, bem como a constituição e o funcionamento dos carburadores e de seus elementos de regulagem.

Esse conhecimento, de fundamental importância aos especialistas em preparação e regulagem de motores, torna-se hoje em dia uma necessidade para os mecânicos de um modo geral. Também traz no seu conteúdo uma breve apresentação do sistema de injeção eletrônica. Conteúdo esse que será aprofundado no curso de injeção eletrônica.

## SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO

Constitui-se, basicamente, dos componentes enumerados na ilustração abaixo.

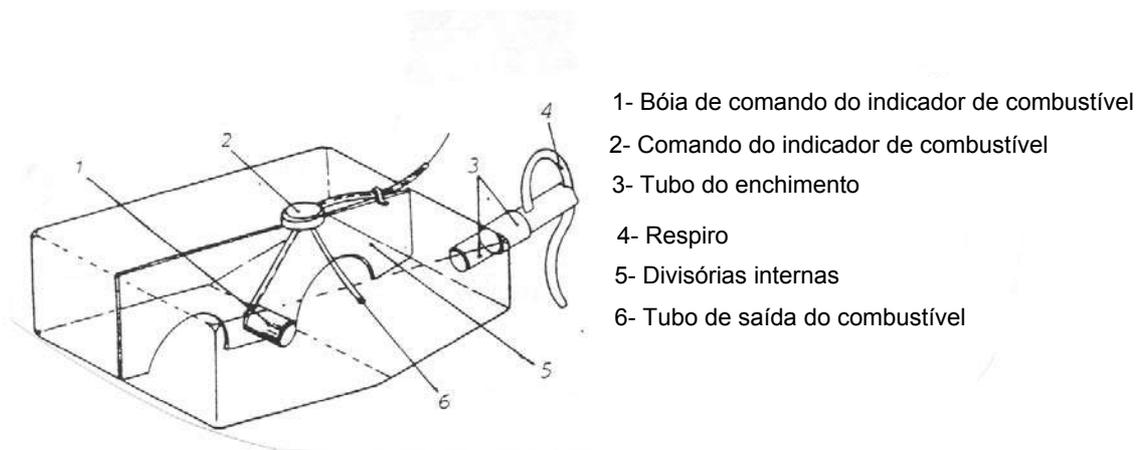


O motor do veículo aciona a bomba de combustível que transfere o combustível do tanque para o carburador através da tabulação.

Ao mesmo tempo em que o combustível faz esse trajeto, o ar também chega ao carburador após passar pelo **filtro de ar**. No **carburador** forma-se uma mistura com dosagem correta de combustível vaporizado e ar. Essa **mistura vai alimentar o motor, onde sofrerá um processo** de combustão.

## TANQUE DE COMBUSTÍVEL

O tanque de combustível tem diversos componentes, como se observa na ilustração seguinte, que possibilitam o desempenho de suas funções.



Junto ao bocal com tampa há um respiro que permite a entrada de ar no tanque. Essa entrada de ar é importante porque facilita a saída do combustível para o motor. Nos veículos modernos, o respiro não tem comunicação direta com a atmosfera para eliminar a poluição provocada pela evaporação do combustível do tanque.

Uma bóia, situada no interior do tanque, aciona um dispositivo, mecânico ou elétrico, ligado ao marcador de combustível.

O combustível vai do tanque para a bomba pelo tubo de saída, fabricado de plástico ou outro material resistente à corrosão. Esse tubo pode ter um filtro para evitar a passagem de impurezas para a bomba e para o carburador. O tubo de saída tem uma extremidade situada a poucos milímetros do fundo do tanque para não aspirar água e impurezas.

### Manutenção do Tanque

Periodicamente, o tanque de combustível deve ser limpo para a retirada das impurezas e eliminação da água que se deposita no tanque por condensação.

O quadro a seguir indica os principais defeitos apresentados pelo tanque.

<b>DEFEITOS</b>	<b>CAUSAS</b>
Tanque com capacidade abaixo da especificada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque amassado</li> </ul>
Combustível não flui do tanque.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubo de saída obstruído</li> <li>• Filtro entupido</li> <li>• Respiro obstruído</li> </ul>
Ruídos no interior do tanque.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bóia solta</li> </ul>
Vazamento de combustível.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque danificado</li> <li>• Tubulações danificadas</li> </ul>

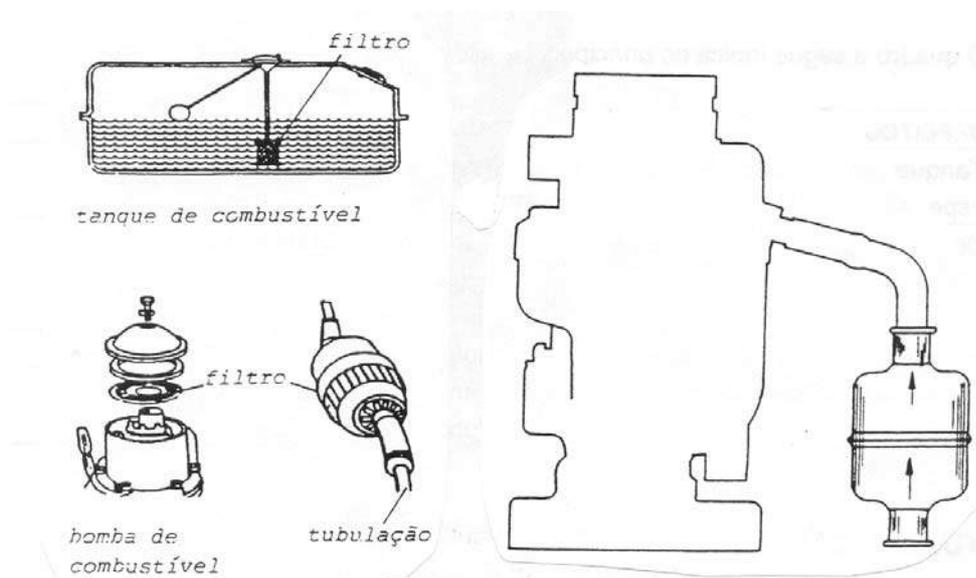
### TUBULAÇÃO

O combustível é transferido de um elemento a outro do sistema de alimentação por tubos confeccionados de material sintético, de aço ou de cobre. Os tubos sofrem um tratamento interno especial para evitar a corrosão causada pelo combustível. Suas extremidades são adotadas de dispositivos de conexão que facilitam as interligações.

## FILTRO DE COMBUSTÍVEL

Os combustíveis, pela sua própria fabricação e transporte, possuem impurezas que podem prejudicar o funcionamento do motor. Para reter essas impurezas utilizam-se filtros de combustível cujos núcleos são formados de telas de malhas finíssimas, cerâmica porosa ou elementos de papel.

Esses filtros podem estar instalados nos quatro elementos do sistema de alimentação ilustrados abaixo.



Os filtros de combustível podem ser desmontáveis ou blindados. Os primeiros, geralmente, têm seus elementos filtrantes construídos de uma malha finíssima de aço ou de cerâmica porosa.

Os filtros blindados possuem uma carcaça de plástico e seu núcleo geralmente é de papel especial microporoso.

Devem ser instalados obedecendo à posição indicada por uma seta existente em sua carcaça e que indica o sentido do fluxo de combustível. Se o filtro for instalado ao contrário sua vida útil será reduzida.

## BOMBA DE COMBUSTÍVEL

A bomba de combustível é geralmente instalada no motor, variando sua posição de acordo com a marca e o tipo de veículo. Sua função é transferir o combustível do tanque para o carburador.

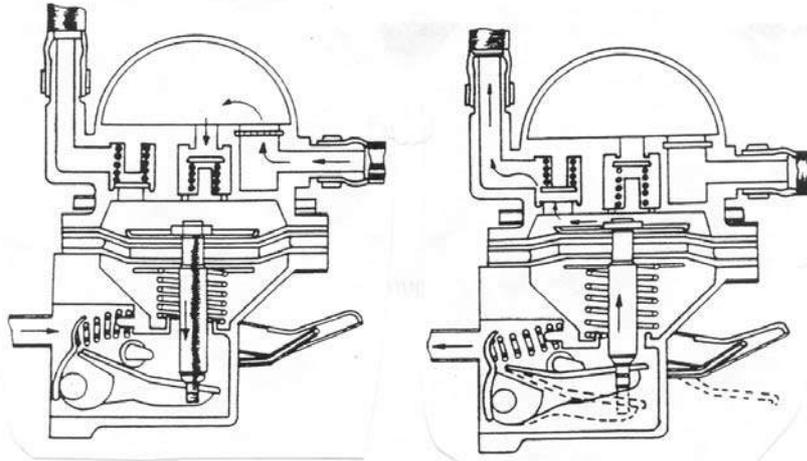
Os componentes da bomba de combustível estão relacionados na foto abaixo.



A bomba de combustível funciona da seguinte forma:

- O motor faz girar uma árvore que aciona o balancim da bomba de combustível;
- O balancim puxa o diafragma, comprimindo a mola de retorno, o que provoca uma depressão na câmara;
- A depressão permite que o combustível flua do tanque para a parte superior do diafragma, através da válvula de entrada, forçado pela pressão atmosférica.

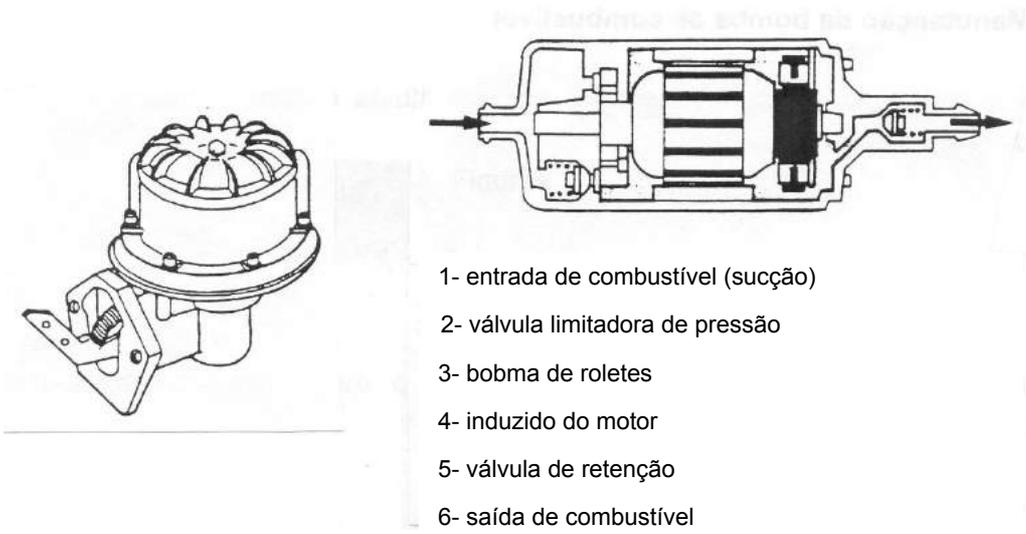
Quando termina a atuação do balancim no diafragma, a mola de retorno empurra o diafragma. Dessa forma, o combustível é pressionado para o carburador, através da válvula de saída.



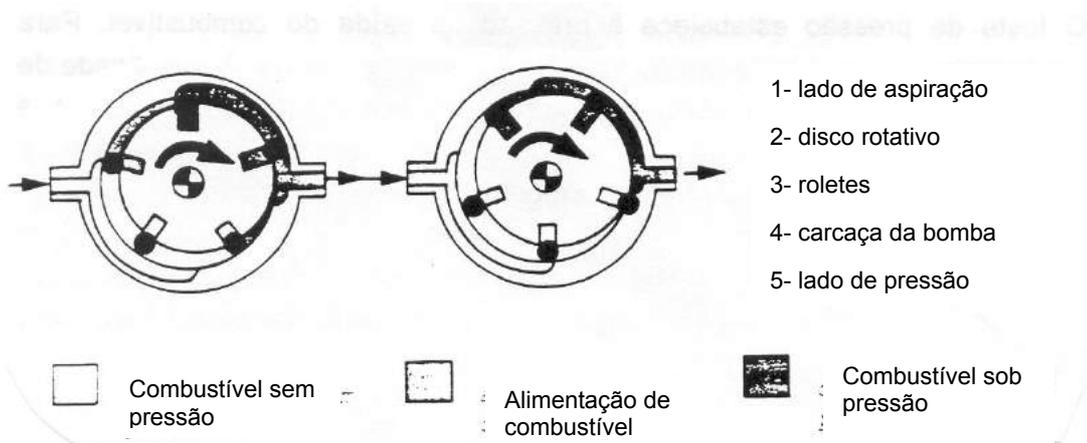
O carburador recebe o combustível, proveniente da bomba, e acumula-o em uma cuba. Essa entrada é controlada por uma bóia e por uma válvula. Dessa forma, quando o combustível atinge o nível máximo da cuba, sua entrada no carburador é impedida.

Nos sistema de alimentação que não têm retorno de combustível, a válvula de saída da bomba fica fechada, o diafragma fica imóvel e somente o balancim é acionado pela árvore, **até que o nível do combustível da cuba diminua.**

Na maioria dos veículos atuais, as bombas de combustível podem ter um dos seguintes tipos de acionamento: mecânico ou elétrico.



No acionamento elétrico, a bomba elétrica de roletes tem um alojamento cilíndrico, em que gira um disco rotativo excêntrico.



Os roletes são empurrados contra a parede desse alojamento pela rotação do disco. Obtém-se, assim, uma vedação móvel. Dessa forma, ocorre um movimento contínuo de entrada e saída do combustível, pelo deslocamento dos roletes e do disco.

## **Manutenção da bomba de combustível**

A bomba mecânica blindada deve ser substituída quando apresentar algum defeito que comprometa seu funcionamento.

## **TESTES**

Para verificar a eficiência do funcionamento da bomba de combustível executam-se os seguintes testes:

- Depressão;
- Pressão;
- Vazão.

O teste de depressão é feito com um vacuômetro instalado na entrada da bomba. Ele determina a capacidade de aspiração da bomba.

O teste de pressão estabelece a pressão de saída do combustível. Para realizar esse teste, liga-se um manômetro à saída da bomba. A quantidade de combustível que a bomba consegue retirar do tanque, na unidade de tempo, é determinada pelo teste de vazão com um recipiente graduado. Por esse teste detectamos entupimentos na saída do tanque e na tubulação do combustível.

Para testar a bomba de combustível, na rotação especificada, utiliza-se um tacômetro. As unidades utilizadas são r.p.m. (rotações por minuto) ou rad/s (radianos por segundo).

<b>DEFEITOS</b>	<b>CAUSAS</b>
A bomba não funciona	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrada falsa de ar</li> <li>• Balancim desastado</li> <li>• Mola do diafragma fraca</li> <li>• Válvulas com vedação deficiente</li> <li>• Diafragma danificado</li> <li>• Filtro obstruído</li> </ul>
Vazamento de óleo pela bomba	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Junta entre a bomba e o bloco, danificada</li> <li>• Reparo danificado</li> </ul>
Vazamento de combustível pela bomba	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diafragma danificado</li> <li>• Junta da tampa danificada</li> <li>• Tubos flexíveis danificados</li> <li>• Tubos rígidos danificados</li> <li>• Conexões soltas</li> <li>• Corpos empenados</li> </ul>

Ao substituir a bomba de combustível, fique atento as seguintes observações:

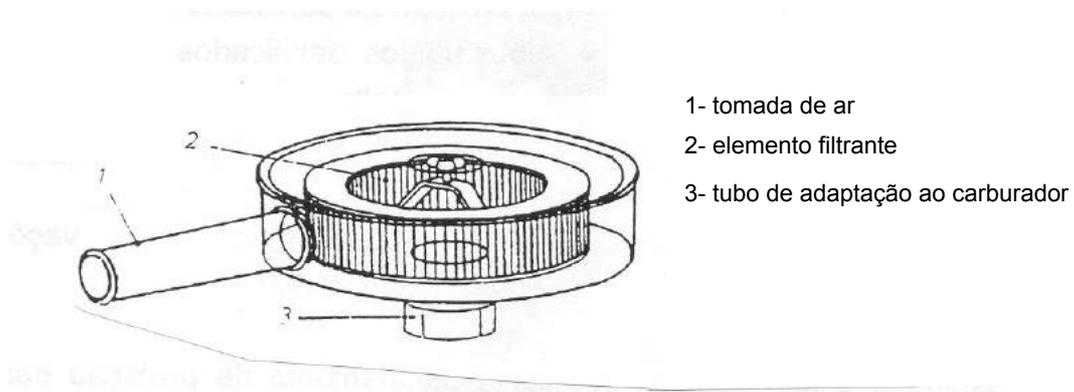
- Consulte o manual do fabricante do veículo;
- Ao manipular álcool + metanol, utilizar equipamento de proteção para os olhos e as mãos;
- Evite a presença de fogo ou centelhas.

## CARBURAÇÃO

### Filtro de Ar

O ar atmosférico é admitido para o carburador através de um filtro.

Esse filtro de ar pode ser de elemento seco, que é mais usado atualmente, ou de banho a óleo.



O ar é aspirado pela tomada de ar no filtro, devido a uma depressão que se forma no interior do motor. O elemento filtrante, fabricado com papel fibroso tratado com resina, deixa passar o ar mas retém suas impurezas que poderiam obstruir os canis e gargulantes do carburador, além de partículas abrasivas que riscariam os cilindro e partes móveis do motor.

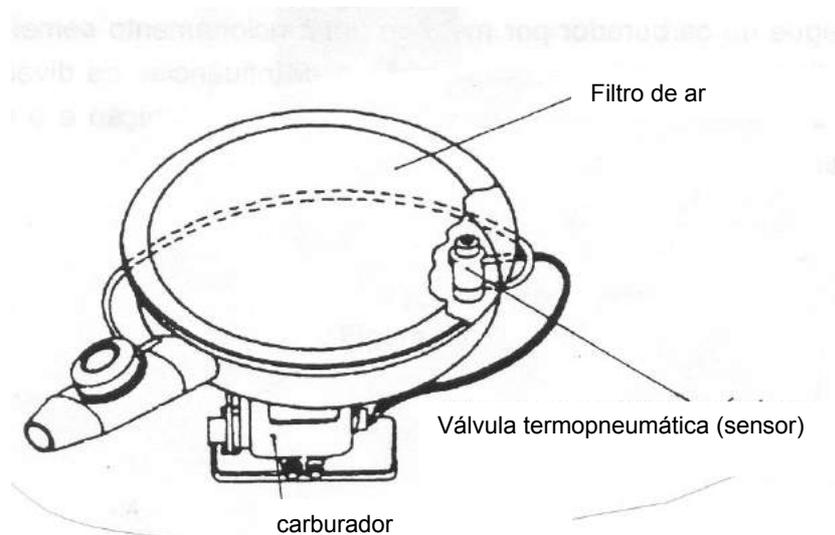
Os filtros de ar que utilizam óleo para reter as impurezas do ar são pouco usados atualmente (ex.: Fusca, caminhão etc.).

## SISTEMA DE PRAQUECIMENTO DO AR DE ADMISSÃO

Existem veículos que possuem um controle de temperatura do ar que é aspirado pelo motor. Sua finalidade é facilitar o funcionamento do motor, mesmo em temperaturas baixas.

Esse sistema utiliza um filtro de ar com uma válvula angular e uma válvula termopneumática (sensor).

A válvula termopneumática está instalada no filtro de ar.



A válvula angular controla a entrada do ar de admissão, seja ele ar quente ou frio.

O funcionamento da válvula termopneumática depende da temperatura do ar de admissão:

- com ar frio, a depressão existente no coletor atua diretamente na válvula angular, abrindo passagem para o ar quente.

## CARBURADOR, SISTEMAS

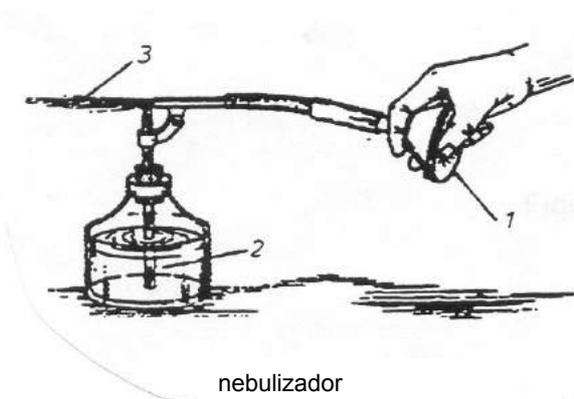
### O que é um carburador?

É um dispositivo que a partir de um combustível líquido e do ar da atmosfera prepara e fornece para todos os regimes de trabalho do motor, uma mistura de fácil queima.

### O que é carburação?

É um fenômeno de mistura ar/combustível, que começa no carburador e termina no interior da câmara de combustão do motor.

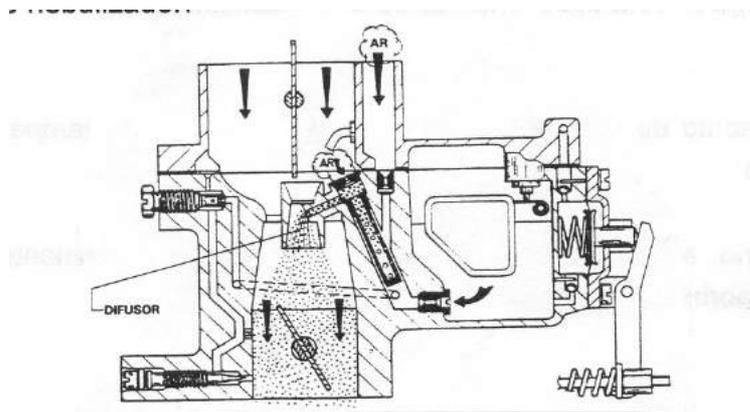
O carburador precisa reduzir o combustível a uma “nuvem” de gotículas, o que se consegue no carburador por meio de um funcionamento semelhante ao de um nebulizador. Este fenômeno poderá sofrer influências de diversos fatores: pressão atmosférica, comando de válvulas, válvulas, ignição e o estado geral de conservação do motor.



- 1- o ar é “soprado” sobre a saída superior do tubo
- 2- o líquido é aspirado pela passagem do ar
- 3- a corrente de ar mistura-se com o combustível, formando uma “névoa”

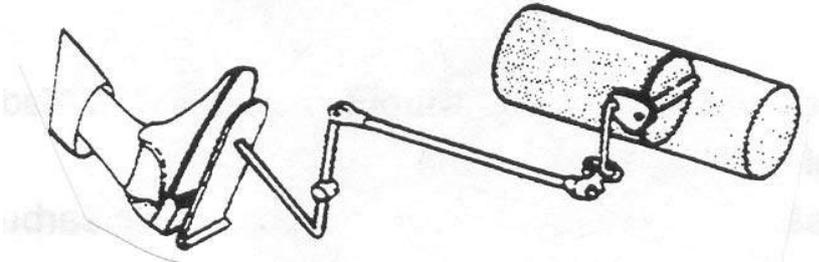
nebulizador

No carburador, visto em corte na figura seguinte, ocorrem os mesmos processos do nebulizador, ou seja:



O carburador é, portanto, o elemento do sistema de alimentação que realiza a **carburação**: preparação da mistura dosada de combustível e ar. Constitui-se de um complexo e delicado sistema de canais e dispositivos que devem dosar corretamente a mistura combustível e ar.

Comandado pelo acelerador, o carburador regula a velocidade do veículo e o torque do motor. A mistura combustível/ar é fornecida pelo carburador ao motor de acordo com a carga e as condições do piso em que o veículo se desloca. Assim, quando o motorista pisa no acelerador, abre uma válvula borboleta que provoca uma maior aspiração do combustível no carburador.



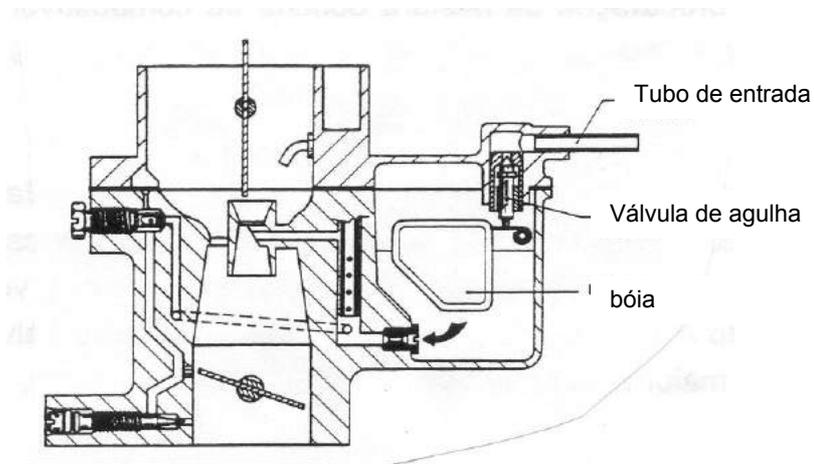
Basicamente, o carburador é constituído pelos seguintes sistemas:

- Nível constante;
- Partida a frio;
- Marcha lenta/progressão;
- Principal;
- Aceleração rápida;
- Suplementar (potência).

## SISTEMA DE NÍVEL CONSTANTE

Tem como função garantir o fornecimento regular do combustível ao motor evitando que ele falhe, por falta de combustível, ou fique “afogado”, por excesso de combustível.

O sistema de nível constante é formado pelos seguintes elementos:



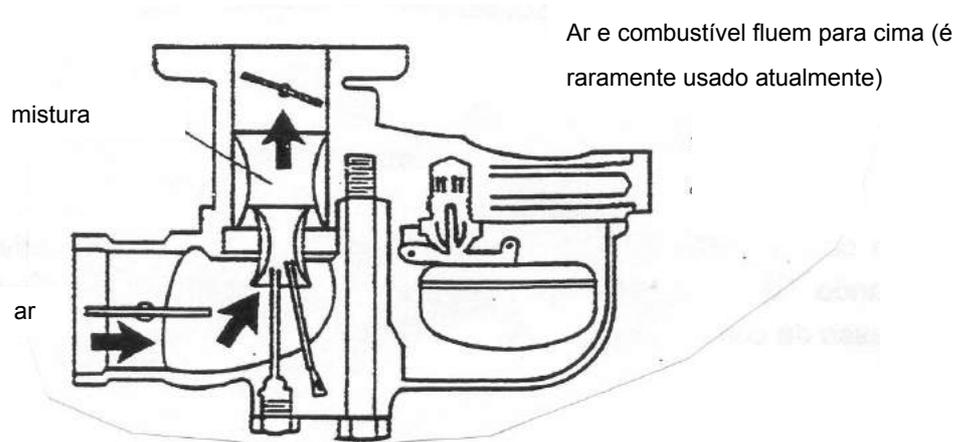
A cuba é um pequeno reservatório de combustível situado no interior do carburador. O nível da cuba é importantíssimo, pois:

- Controla a pressão do combustível nas passagens do carburador;
- Garante um suprimento regular de combustível para os vários sistemas do carburador.

O carburador deve manter a proporção entre o ar e o combustível na mistura (na prática essa proporção varia um pouco). Evita-se, assim, que o motor receba uma mistura rica (com maior proporção de combustível) ou pobre (com menos combustível do que deveria ter).

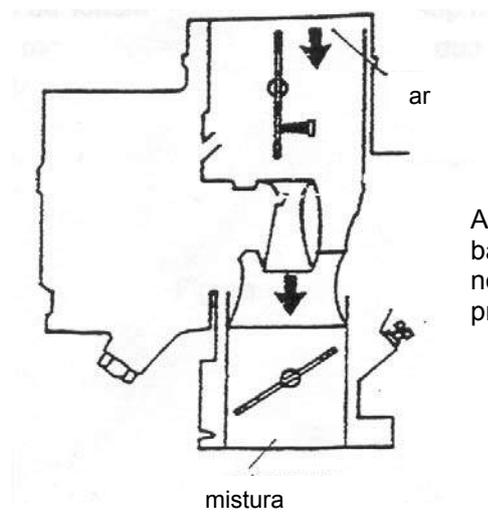
De acordo com a direção do fluxo de ar e de mistura, os carburadores podem ser:

- Vertical ascendente



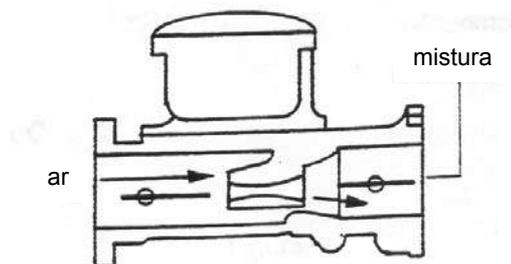
Ar e combustível fluem para cima (é raramente usado atualmente)

- Vertical descendente



Ar e mistura fluem para baixo. É o mais usado nos atuais automóveis produzidos em massa

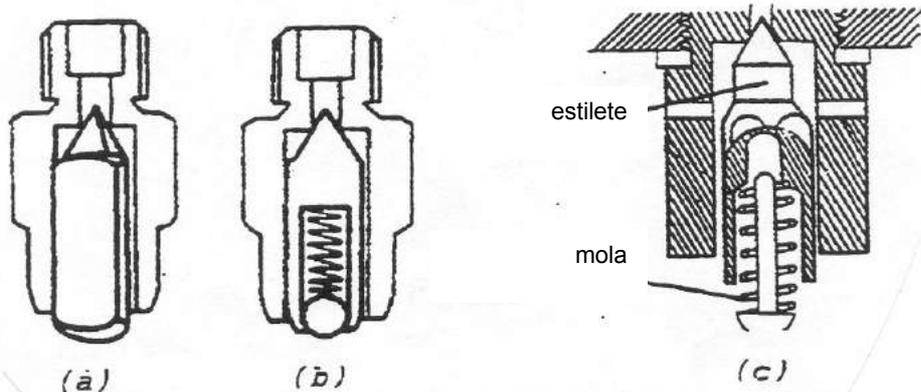
- Horizontal



Os fluxos dirigem-se no sentido horizontal, como ocorre, principalmente, em motores industriais e agrícolas

A bóia é um corpo flutuante e aciona uma haste articulada que movimenta a válvula estilete.

A válvula estilete é metálica, dotada de ponta. Controla a abertura de um orifício, fazendo com que este permita maior, menor ou nenhuma passagem de combustível para a cuba do carburador, de acordo com o nível de flutuação da bóia. Os tipos mais comuns de válvula estilete estão ilustrados a seguir.



(a) com ponta de borracha sintética.

(b) Com esfera e mola de reação.

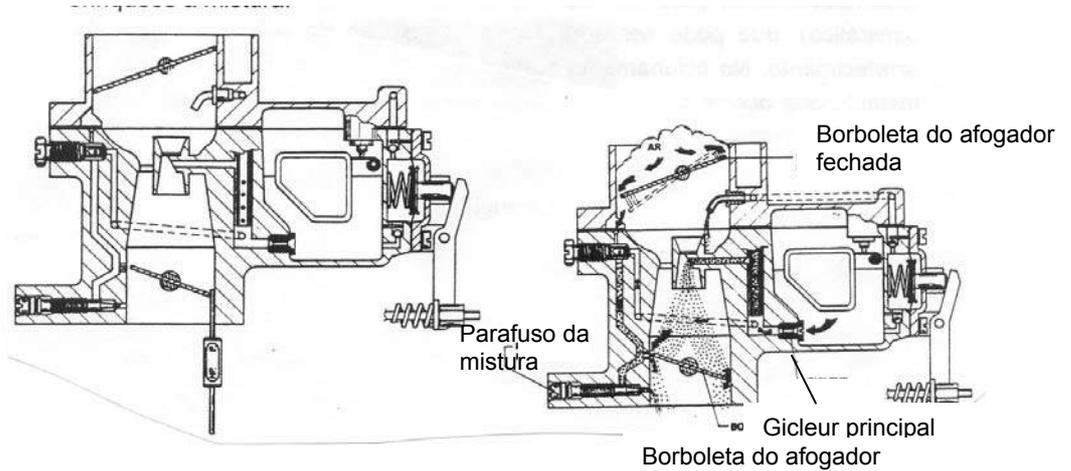
(c) Com ponta de borracha sintética e mola de proteção. A mola de proteção fica entre o estilete e a bóia. Sua finalidade é proteger a ponta do estilete, que não deve acompanhar as oscilações da bóia.

## SISTEMA DE PARTIDA A FRIO (BORBOLETA DO AFOGADOR)

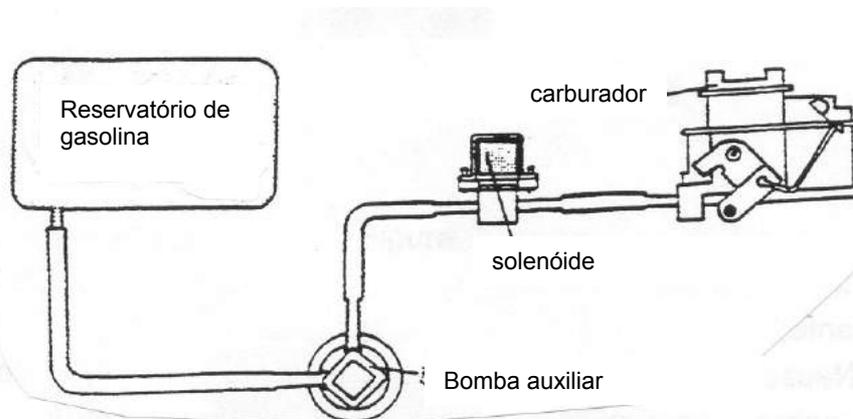
O motor a frio apresenta dificuldade para funcionar. O combustível frio não se vaporiza bem, considerando-se na tubulação de admissão (tubagem). O ar frio, por ser mais denso, não se mistura bem com o combustível.

Mesmo formada, a mistura é aspirada por uma depressão fraca, pois o motor tem as suas primeiras rotações muito lentas, já que está sendo acionado pelo motor de partida. Dessa forma, pouca mistura é aspirada pelo movimento dos êmbolos do motor.

Para vencer essas dificuldades, o sistema de partida a frio é acionado, movimentando a válvula-borboleta do afogador. A válvula-borboleta está situada um pouco abaixo da entrada de ar do carburador e ao se fechar, enriquece a mistura.

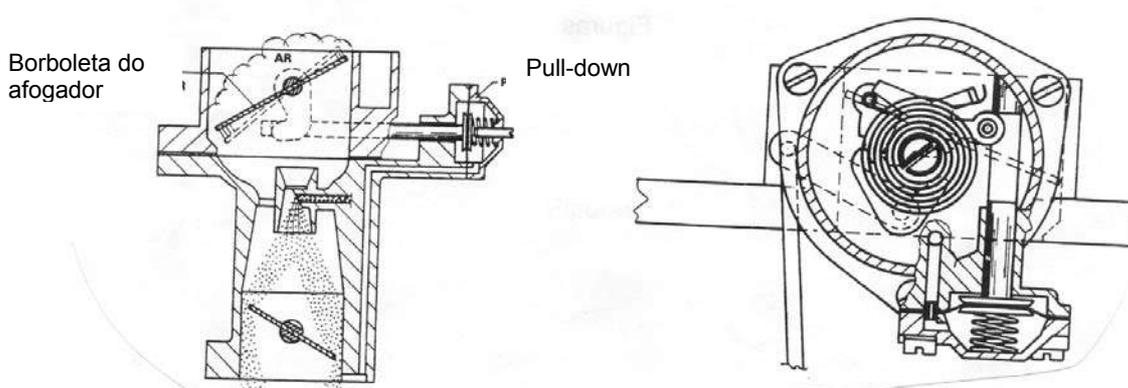


Nos motores há uma injeção simultânea de gasolina e álcool para facilitar a partida a frio.



Ao ser acionado o afogador, uma haste provoca uma pequena abertura da borboleta do acelerador, situada na base do carburador. Essa abertura, conhecida como abertura positiva, permite que a depressão, criada pelo movimento dos êmbolos do motor, atinja os sistemas do carburador. Assim, a mistura é enriquecida, o que assegura uma marcha lenta mais acelerada durante o aquecimento do motor. A válvula-borboleta pode ser acionada:

- Manualmente, por meios mecânicos e, nesse caso, é fechada no momento da partida do motor;
- Automaticamente, pelo uso de dispositivos elétricos ou termopar (chapa bimetalica), que pode ser aquecido pela solução do próprio sistema de arrefecimento. No acionamento automático, a borboleta já está fechada no instante que ocorre a partida do motor e abre-se assim que ele atinge sua temperatura ideal de funcionamento.

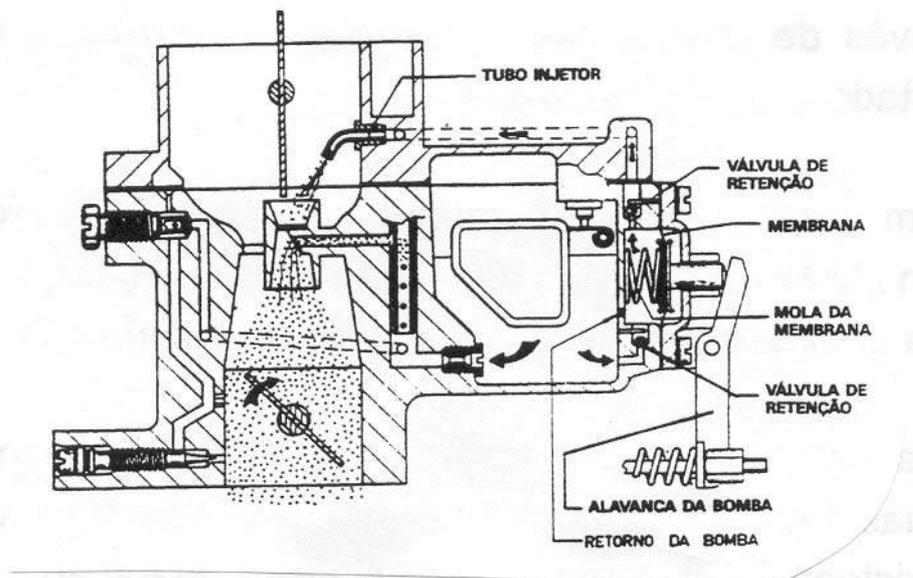


### Sistema de Aceleração Rápida

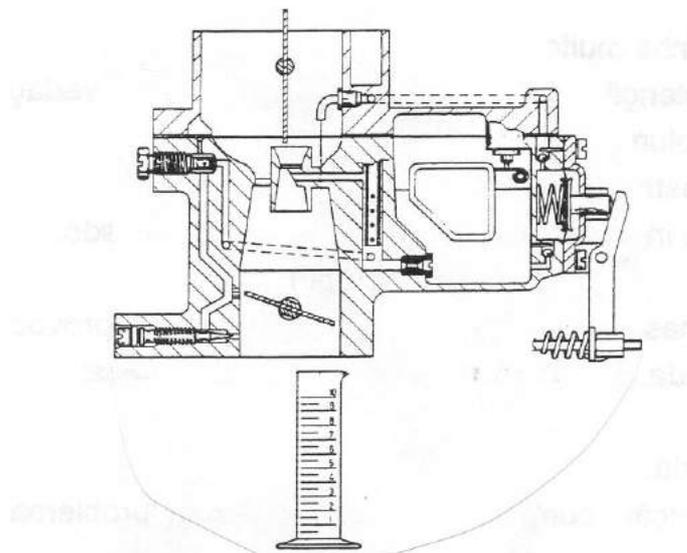
Quando o motor é acelerado rapidamente, ou seja, quando o motorista pisa bruscamente no pedal do acelerador, a borboleta de aceleração atende imediatamente, abrindo uma passagem maior para o ar que é aspirado pelos êmbolos. Nesse momento, se não houver maior quantidade de ar a mistura torna-se “pobre” porque o sistema principal não entrou, ainda, em funcionamento.

Para que isso não aconteça, o sistema de aceleração rápida atua, nesse exato momento, injetando uma quantidade adicional de combustível.

O combustível adicional é injetado por uma bomba de aceleração, que permite a regulação do volume do combustível injetado. Um tubo injetor direciona o fluxo do combustível e controla sua duração, para compensar o aumento do volume de ar e equilibrar a composição da mistura.



**Volume da Bomba em  $\text{cm}^3$  por Golpe**



Volume de bomba em  $\text{cm}^3$  por golpe, é o volume de combustível injetado pela bomba de aceleração, na câmara de mistura do carburador, durante uma abertura total da borboleta aceleradora. Esse volume, determinado pelo tamanho da bomba e pelo curso de sua membrana, é especificado em  $\text{cm}^3$  ou mililitros.

A variação ou a correção desse volume, se faz alterando o deslocamento da membrana, através de uma porca de regulação, existente na maioria dos carburadores dotados de bomba de aceleração.

Contudo, existem carburadores cujo volume fixado pela fábrica, não permite variação, dispensando correção, uma vez que o mesmo é auto ajustável, bastando montar corretamente seus componentes para obtê-lo.

Nesses carburadores, ao invés do mecanismo tradicional de bomba, constituído por haste e mola de acionamento, existe um came, onde desliza um pino ou rolete existente na alavanca da bomba de aceleração.

### **Fatores que interferem nas acelerações rápidas**

Os fatores ligados ao carburador e mais especialmente à bomba de aceleração, que mais interferem no funcionamento do motor durante as acelerações rápidas são:

- Volume de bomba muito alto ou baixo demais;
- Válvulas de retenção de bomba, com problemas de vedação dificultando a obtenção de volume;
- Tubo injetor obstruído total ou parcialmente;
- Alvo do jato do injetor em desacordo com o especificado.

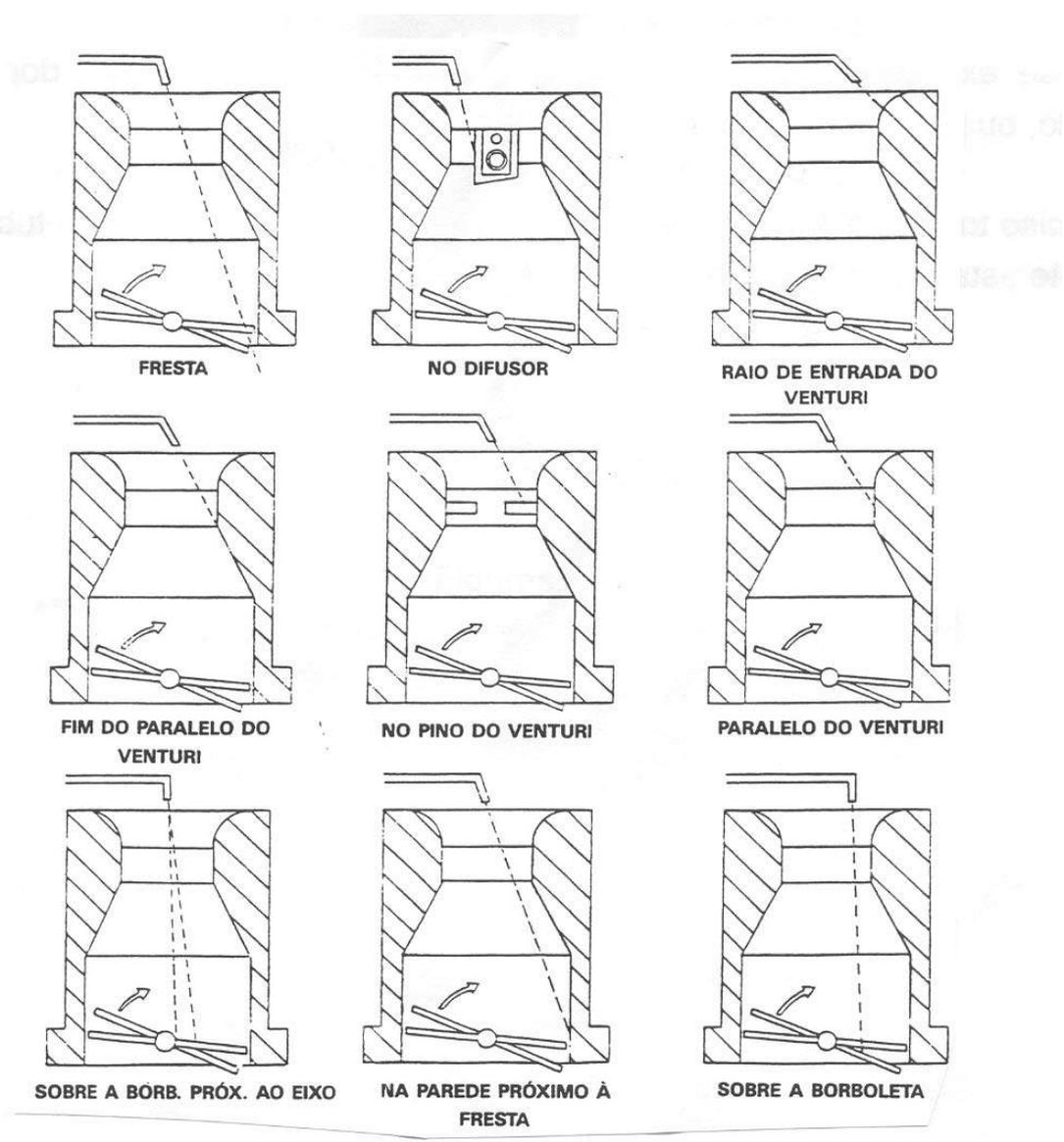
Também problemas com o sistema de ignição, podem provocar falhas durante a aceleração rápida, sendo os mais comuns os seguintes:

- Ignição atrasada;
- Bobina de ignição com tensão baixa ou com problemas de isolamento interno;
- Rotor com resistência alta;
- Cabos de velas e tampa do distribuidor defeituosos, etc.

Quando o carburador for dotado de um retorno de bomba de aceleração, o que acontece em grande parte das versões à gasolina, a calibragem do tubo injetor, além de interferir no tempo de injeção, interfere também no volume injetado. Isto ocorre porque uma maior ou menor restrição do tubo injetor, provoca uma variação de pressão no interior da câmara da bomba de aceleração, o que concorre para aumentar ou diminuir o volume, que volta à cuba pelo orifício calibrado de retorno, provocando um escoamento via tubo injetor também variável.

Portanto, pode-se dizer que a calibragem do tubo injetor, determina o tempo ou duração da injeção, podendo ela interferir no volume somente, quando o carburador possuir retorno de bomba de aceleração.

### Alvo do Jato



Quando comprimimos o acelerador ligeiramente ou totalmente, a bomba de aceleração injeta na câmara de mistura do carburador, via tubo injetor, um volume de combustível, que deverá passar livremente entre o corpo e a borboleta aceleradora ou ainda, incidir em local determinado.

A esse local de incidência do volume injetado, denominamos de alvo do jato do injetor, que dependendo do tipo de carburador e de sua aplicação, pode variar conforme especificada a tabela de regulagem do fabricante. Contudo, convém lembrar que para cada aplicação, existe um único posicionamento do injetor, conforme consta na própria tabela e que posicionamentos diferentes do especificado, implicam em diferentes alvos do combustível injetado, com consequentes prejuízos à dirigibilidade do veículo nas rápidas aberturas de borboleta.

Para direcionar o alvo do jato, posiciona-se o tubo injetor movimentando-o ligeiramente até que o mesmo atinja o local desejado.

Deve-se executar essa operação de preferência com o carburador fora do veículo, ou no veículo com o motor desligado.

É preciso tomar cuidado, para não descer o subir a extremidade do tubo injetor durante esta operação.

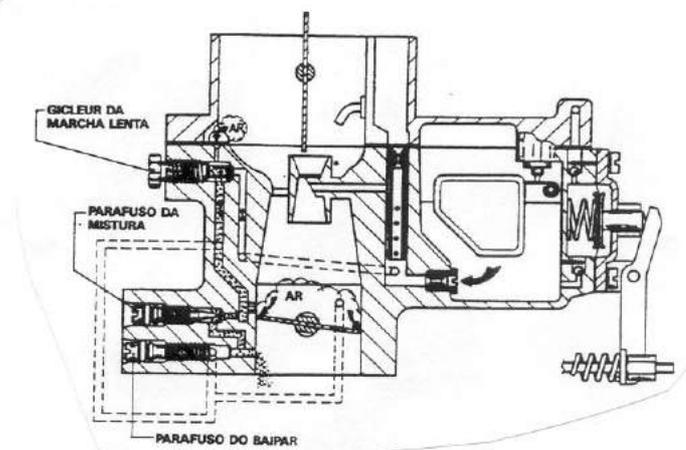
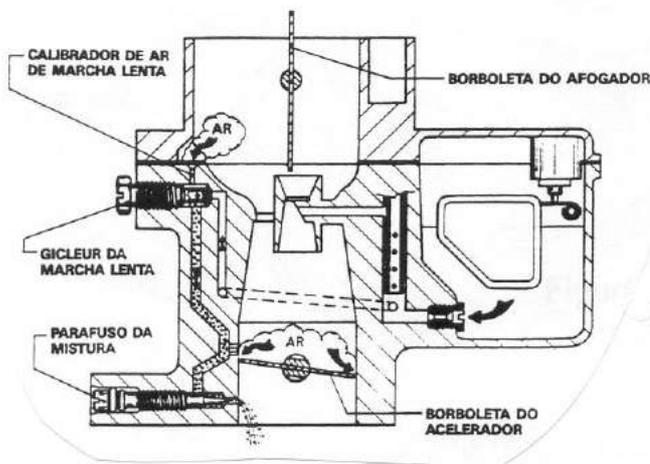
## SISTEMA DE MARCHA LENTA E PROGRESSÃO

A válvula do afogador abre quando o sistema de partida a frio deixa de atuar. Assim, há uma entrada de maior quantidade de ar no carburador.

Se o motorista não acionar o acelerador, o motor ficará em baixa rotação e sua mistura estará sendo preparada pelo sistema de marcha lenta do carburador.

É o que ocorre, por exemplo, quando o veículo está parado, aguardando o sinal de trânsito abrir. A marcha lenta proporciona um funcionamento regular, com economia de combustível e maior facilidade de engrenar a primeira marcha do veículo.

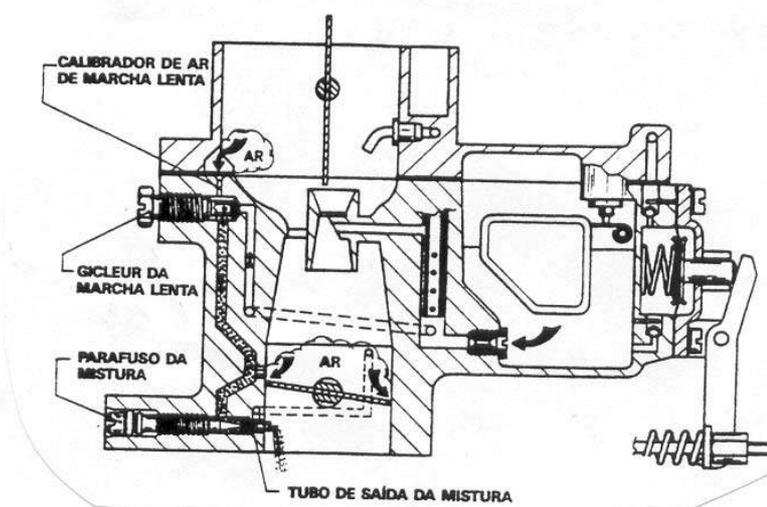
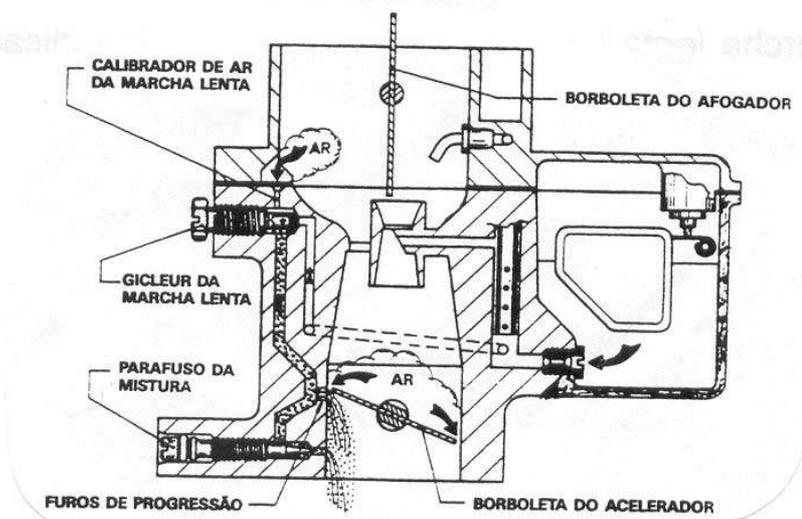
O sistema de marcha lenta tem os elementos principais indicados nas figuras seguintes.

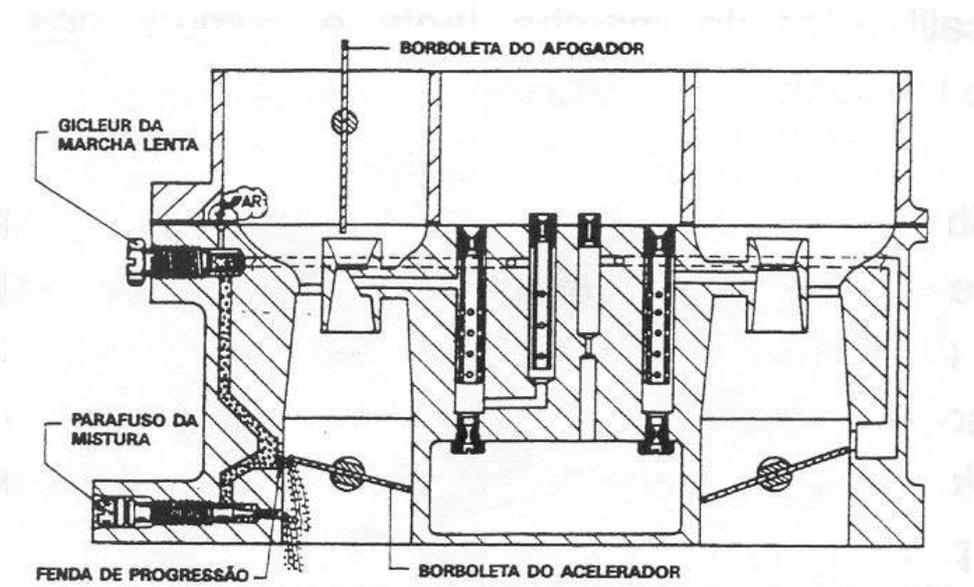


O combustível e o ar são dosados pelo gargulante, também conhecido por giclê, da marcha lenta. Trata-se de uma peça removível, com orifício calibrado e que se comunica com o canal de entrada de ar.

A regulagem de marcha lenta é feita através de dois parafusos:

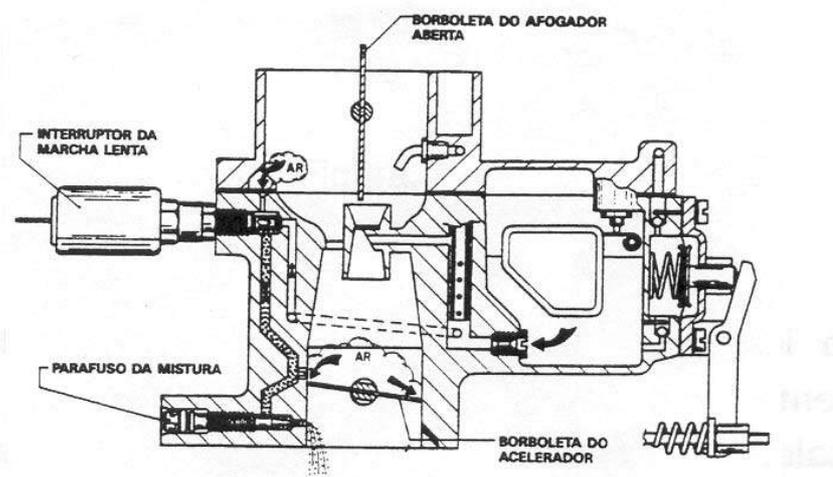
- O parafuso de controle da mistura da marcha lenta é cônico, ajusta-se à saída da mistura sob a borboleta de aceleração. Através de sua posição no orifício, esse parafuso controla a quantidade de mistura fornecida ao carburador;
- O parafuso de controle da rotação da marcha lenta mantém a válvula-borboleta de aceleração parcialmente aberta. Dessa forma, o motor pode funcionar na rotação mais baixa recomendada, causando uma depressão sob a borboleta de aceleração e permitindo a aspiração do combustível e ar pelo sistema de marcha lenta do carburador.





O sistema de marcha lenta abastece também o circuito de progressão, constituído pelos furos de progressão ou fenda. Estes estão situados no canal descendente do sistema, ligeiramente acima da borboleta aceleradora, quando esta estiver fechada. Abrindo-a ocorre a depressão do coletor e por ele passa a fluir um volume de mistura, compensando a entrada adicional de ar, provocada pelo aumento da abertura da borboleta. É isto que vai alimentar o motor, até que o sistema principal comece a atuar.

### Gicleur e Interruptor de Marcha Lenta



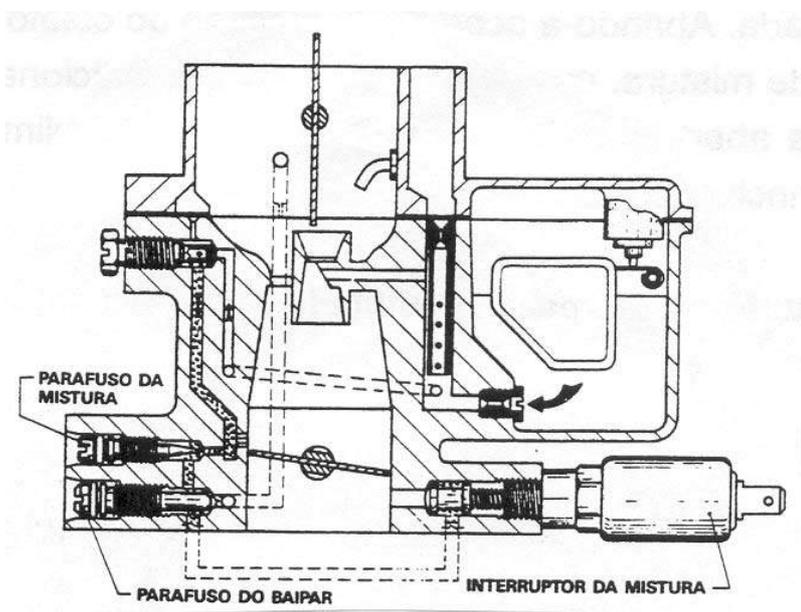
Instalado em local de fácil acesso em todos os carburadores BROSOL, o gicleur ou calibrador de marcha lenta, é o responsável pela dosagem do combustível necessário à formação da mistura de marcha lenta, abastecendo também os regimes de progressão.

Confeccionado em latão, esse calibrador pode ser simples ou combinado com um calibrador de ar, unidos por um tubo misturador.

Essa versão de calibrador de marcha lenta é comum nos carburadores BROSOL de projeto moderno.

Pode ainda o calibrador de marcha lenta, vir agregado a um dispositivo eletromagnético, denominado interruptor de marcha lenta, cujo objetivo é interromper o fluxo de combustível do sistema, a nível do próprio gicleur. Isso impede a formação da mistura de marcha lenta, permitindo a aspiração somente de ar pelo sistema, evitando a ocorrência do fenômeno da auto-ignição (dieseling), prejudicial ao motor.

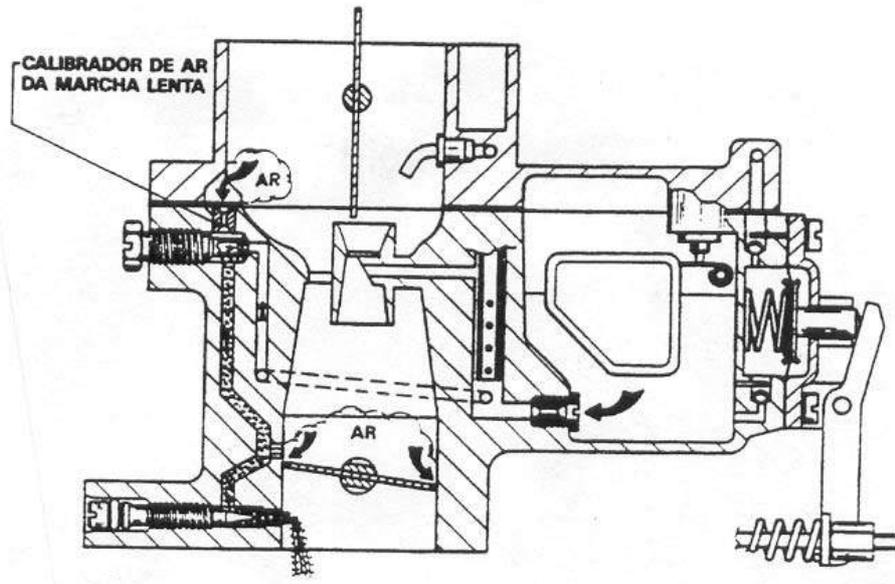
### Interruptor de Mistura



A função do interruptor, em alguns carburadores, é executada por um dispositivo semelhante chamado interruptor de mistura, que nesse caso bloqueia a saída da mistura na base do carburador, junto ao orifício de descarga do sistema.

Como os demais calibradores, o gicleur de marcha lenta é de fundamental importância no funcionamento do sistema em si, interferindo diretamente nos regimes de baixa carga. Portanto, só o controle com equipamento adequado durante sua fabricação, pode garantir sua precisão e eficiência.

### Gicleur de Correção de Ar de Marcha Lenta



Distribuídos ao longo do canal descendente de marcha lenta, os calibradores ou gicleur de ar de marcha lenta têm por função dosar, de forma progressiva, ar ao combustível fornecido pelo gicleur de marcha lenta, formando assim uma mistura de marcha lenta.

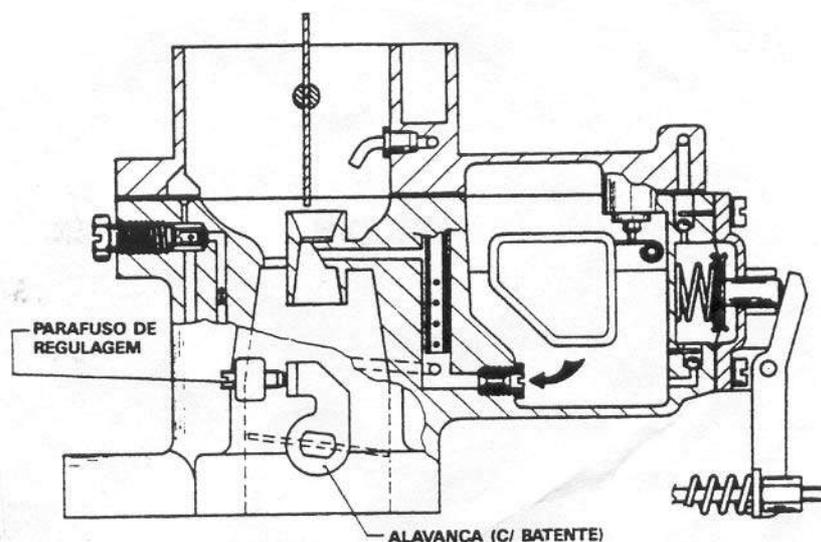
Geralmente, a distribuição deles se faz conforme o esquema mostrado, onde o primeiro calibrador está logo acima do gicleur de marcha lenta.

Percorrendo o canal descendente do sistema, encontramos o segundo calibrador o qual se liga à região estreita da câmara de mistura. Em seguida, aparecem os furos ou fenda de progressão, que estando acima da borboleta aceleradora, nesse instante, atuam como calibradores de ar. Finalmente, a própria borboleta aceleradora, através da fresta existente entre ela e o corpo do carburador, completa a relação de calibradores de ar de marcha lenta.

Em alguns modelos de carburador, a borboleta aceleradora pode ainda possuir um pequeno orifício, ligando a câmara de mistura ao coletor de admissão e nesse caso, também esse orifício atua como calibrador de ar de marcha lenta.

Essa distribuição de calibradores de ar, ao longo do sistema de marcha lenta, assegura, no final, uma emulsão facilmente pluvizável e vaporizável com apreciável vantagem na qualidade da marcha lenta.

### Abertura de Marcha Lenta



Alguns carburadores BROSOL de corpo simples e todos os duplos estagiados, possuem a posição angular inicial da borboleta (do 2º corpo, quando duplo) fixada e lacrada pela fábrica. Essa posição inicial constante, é denominada de abertura fixa de marcha lenta. Através dessa abertura em regime de marcha lenta, o motor aspira um certo volume de ar, que vai compor a mistura final de marcha lenta.

Para estes carburadores, existe uma abertura inicial especificada pelo fabricante. Para conhece-la, consulte a tabela de regulagem de aberturas fixas, onde consta valores para todos os carburadores BORSOL. O ajuste dessa abertura se faz, soltando inicialmente o parafuso de encosto e colocando entre ele o seu batente, um calibrador de lâmina de 0,1 mm. Aperta-se o parafuso até sentir que ele encostou levemente na lâmina calibradora. Retira-se a lâmina, dando em seguida o número de voltas especificado na tabela para aquele carburador. Recomenda-se bastante critério ao efetuar essa regulagem pois, aberturas diferentes do especificado resultam em marcha lenta irregular e dirigibilidade difícil em baixa rotação.

Observar se a borboleta está fechando completamente e se não há grande quantidade de carvão formada no diâmetro de base.

### **Fatores que Interferem na Marcha Lenta e Progressão**

Também aqui diversos fatores podem interferir no correto funcionamento do motor. Os mais comuns relacionados ao carburador e ao sistema de alimentação são:

- Calibrador de ar e/ou combustível obstruídos;
- Nível de combustível na cuba do carburador muito elevado;
- Válvula de máxima ou de potência com membrana porosa ou furada;
- Entrada falsa de ar pelo carburador, pelo coletor de admissão ou ainda pelo servo freio.

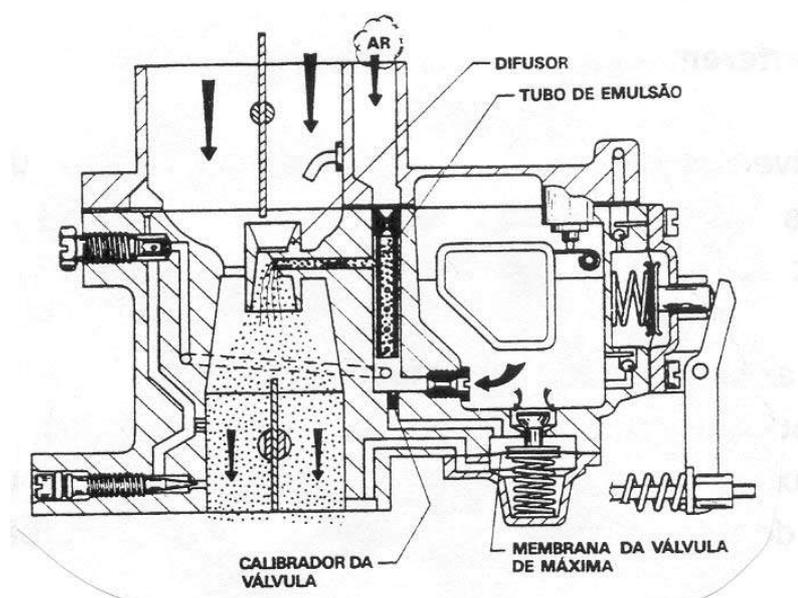
O sistema de marcha lenta pode ainda ser afetado por problemas mecânicos do motor, como desgaste excessivo dos anéis, válvulas desreguladas ou queimadas, respiro do Carter obstruído, etc., ou também por problemas elétricos de ignição, como motor fora de ponto, distribuidor em mau estado, velas com km vencida ou descalibrada, cabos e tampa do distribuidor defeituosos, etc.

## SISTEMA PRINCIPAL

Esse é o sistema que mais atua durante o deslocamento normal de um veículo.

Quando um motor é acelerado, para sair da marcha lenta, é auxiliado imediatamente pelo sistema de aceleração rápida. Nesse mesmo instante, os sistemas principal começa a atuar para garantir a continuidade da aceleração pois a ação do sistema de aceleração rápida é curta e injeta, apenas, uma dose adicional de combustível na mistura.

Os componentes básicos do sistema principal estão enumerados na ilustração a seguir.



Instalada no carburador, a válvula de máxima se caracteriza geralmente, pelo formato triangular do seu comando pneumático, constituído por uma mola e uma membrana, que tem uma de suas faces ligada ao coletor de admissão, de onde parte o sinal pneumático para seu acionamento.

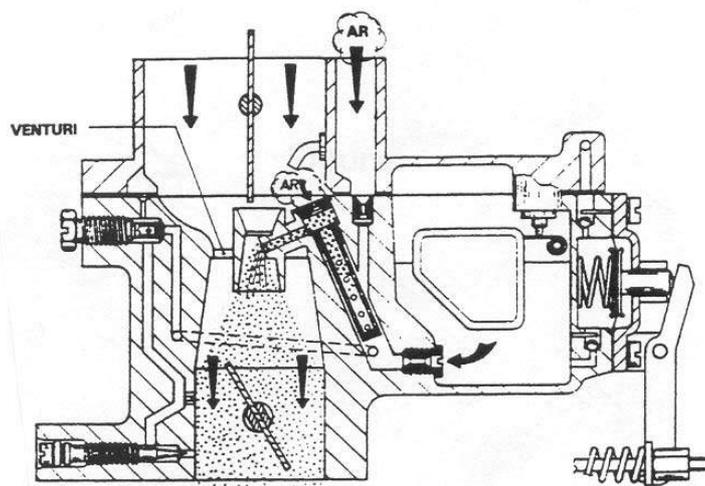
Em alguns carburadores, esse comando pneumático tem uma constituição diferente, possuindo em vez da membrana um pistão, em cuja base está fixada uma haste e uma mola. O pistão desliza no interior de um cilindro e sua face superior está sujeita a ação da depressão do coletor de admissão de onde, também, parte o sinal pneumático para seu acionamento.

Quando aberta, a válvula permite a passagem de um volume extra de combustível, de cuba endereçado ao poço do sistema principal, ou diretamente à câmara de mistura do carburador.

Esse combustível adicional, é dosado antes pelo calibrador ou gicleur da válvula, que é colocado entre ela e seu local de débito.

Com isso, corrige-se a relação de mistura ar/combustível, nos regimes de carga do motor, independente da sua rotação. O volume escoado através da válvula, depende da vazão do calibrador e da carga da mola da válvula, que se opõe à depressão e define a região de funcionamento onde ela debita. Quanto mais elevada a carga dessa mola, mais cedo a válvula se abre e mais tempo permanece aberta.

## Venturi



O motor de um automóvel quando funciona, aspira, através do filtro, um certo volume de ar proporcional à abertura de um obturador (borboleta aceleradora), colocado diametralmente na base do carburador.

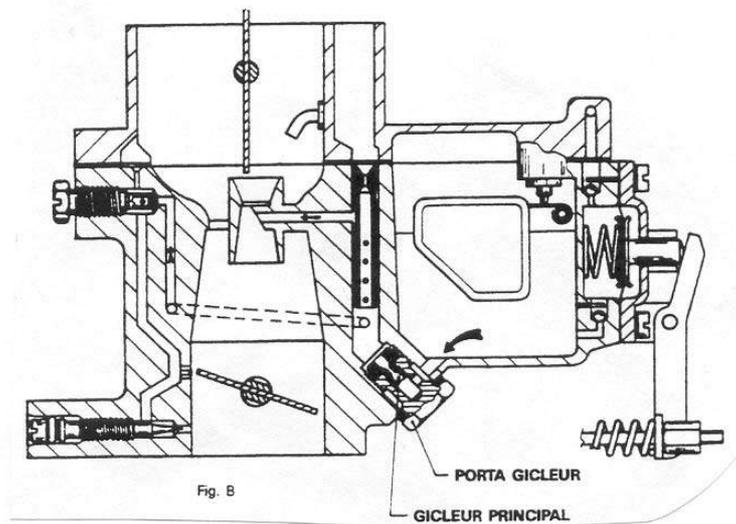
O ar, em sua trajetória em direção ao motor, é acelerado ao passar pelo estreitamento existente na parte média da câmara de mistura do carburador, denominado venturi. Esse aumento de velocidade, provoca o aparecimento de um vácuo intenso na região do venturi, que obriga a saída do combustível pelo bocal ali existente.

O fluxo de mistura que se forma, a partir da combinação do ar obturador (borboleta aceleradora) .

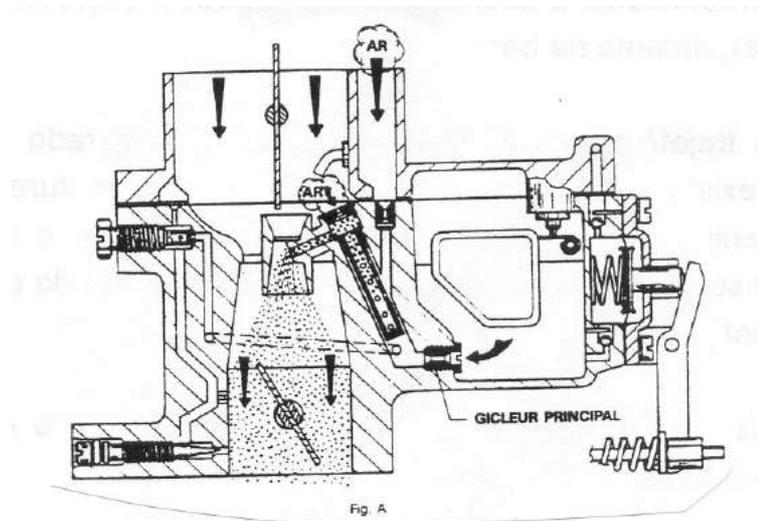
Quando a abertura deste obturador for total, o volume máximo de ar admitido para a composição da mistura, será controlado pelo venturi.

Resumindo, podemos dizer que o venturi possui três funções básicas:

- Aumentar a velocidade do ar admitido;
- Aumentar a depressão nesta região;
- Determinar o volume máximo de ar admitido, quando o motor estiver operando no seu regime mais elevado.



### Gicleur Principal



Conhecido também como calibrador de combustível, o gicleur principal localiza-se na extremidade inferior do poço do sistema principal, no interior da cuba de nível constante.

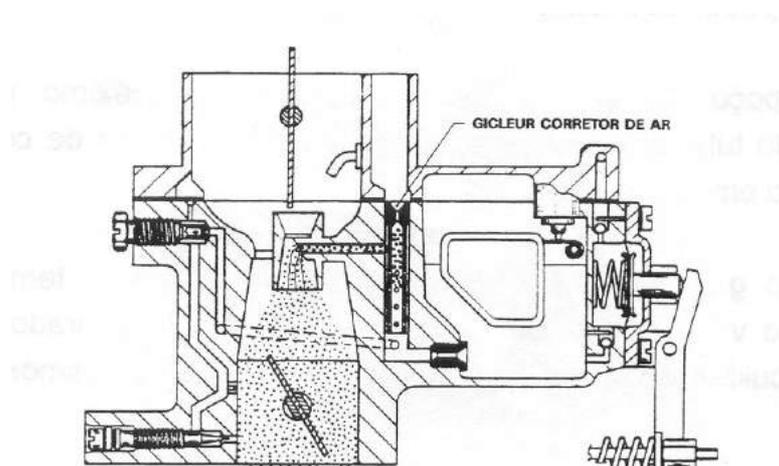
Tem como função, a dosagem do combustível necessária à preparação da mistura, que flui pelo sistema principal. Componente de precisão do carburador, o gicleur principal é confeccionado em latão e o seu orifício é calibrado e usinado no sentido de escoamento se dar da fenda para rosca ou da rosca para a fenda.

Na maioria dos carburadores, o gicleur principal rosqueado direto na extremidade inferior do poço, (fig. A) o que significa que o escoamento se dá da fenda para a rosca.

Alguns carburadores contudo, possuem o gicleur principal rosqueado em um bujão chamado de porta gicleur. Nesse caso, quando montado o porta gicleur no corpo do carburador, o sentido de escoamento do combustível através do gicleur principal, acontece de forma inversa, ou seja, da rosca para a fenda (fig. B).

O controle da calibragem do gicleur principal, importante para garantir vazão correta, se faz de forma comparativa em aparelho especial, chamado de micrômetro de coluna. Para cada medida de gicleur existe um padrão, com o qual se ajusta o aparelho de controle, antes de se iniciar a medição. Portanto, a precisão das medidas de vazão dos gicleurs está relacionada diretamente com a qualidade dos gliceurs padrões, os quais só o legítimo fabricante possui. Resumindo, podemos dizer que da precisão do gicleur principal, depende muito o volume de combustível escoado pelo carburador e conseqüentemente o consumo do motor.

### Gicleur de correção de ar



O gicleur de correção de ar, localizado na extremidade superior do poço do sistema principal, atua como um respiro, promovendo-o da necessária aeração, para que o débito do sistema principal do carburador, varie com o regime imprimindo ao motor mas, mantenha a proporcionalidade em peso da mistura final ar/combustível.

A disposição do gicleur de correção de ar nos carburadores modernos, permite manter, desde os regimes mais baixos de trabalho do motor, a melhor relação em peso da mistura, graças à sua atuação progressiva que se consegue pela combinação com o tubo emulsionador, que nada mais é do que um tubo com perfurações laterais, executadas ao longo de seu comprimento de forma previamente estudada.

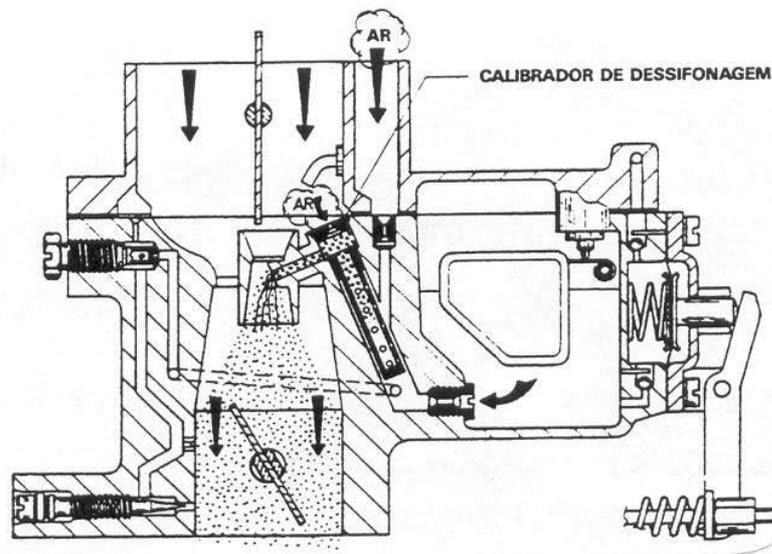
O referido tubo fica submerso no combustível existente no poço do sistema, que tem na extremidade inferior, o gicleur principal e na superior, o corretor de ar.

Quando em repouso, o nível de combustível no poço do sistema principal, geralmente cobre os orifícios laterais do tubo emulsionador nele mergulhado. Com uma pequena abertura da borboleta aceleradora, a depressão no coletor se faz sentir na câmara de mistura do carburador e daí prossegue, através do difusor ao poço do sistema principal, abastecido pela cuba de nível constante por meio do gicleur principal. Imediatamente o nível nesse poço começa a baixar, descobrindo os furos do tubo emulsionador, por onde começa a entrar ar proveniente do gicleur de correção de ar, iniciando assim uma ação progressiva pois, à medida que a depressão cresce, mais baixo fica o nível do poço e portanto, mais ar é admitido pelo gicleur de correção, para manter a proporção em peso, da mistura.

O nível no poço do sistema principal, baixa no máximo até atingir a extremidade do tubo emulsionador, quando então o gicleur de correção de ar estará atuando em sua plenitude.

A exemplo do gicleur principal, também o corretor de ar tem fundamental importância no volume de combustível escoado pelo carburador, portanto, o controle e os cuidados que cercam sua fabricação são os mesmos.

## Calibrador de dessifonagem



Acessórios de alguns carburadores, o calibrador de dessifonagem, como o nome diz, é um gicleur geralmente prensado, que quando está presente no carburador, situa-se na extremidade superior do poço do sistema principal, ocupando assim o local normalmente destinado ao gicleur de correção de ar, que nesse caso é deslocado para uma região lateral ao poço.

Sua principal função, é evitar a ocorrência do sifonamento do combustível existente na cuba de nível constante, quando o compartimento do motor atinge elevadas temperaturas, o que pode acontecer em dias muito quentes, dificultando as partidas pelo afogamento que provoca.

A ocorrência do fenômeno se verifica após desligar o motor. Como a partir desse instante não existe mais troca de calor pois, com a parada do motor o sistema de arrefecimento deixa de funcionar e o combustível existente no carburador não se renova porque não há consumo, este com a elevação da temperatura se dilata, elevando-se no poço do sistema principal, com possibilidade de entrar em ebulição e vazar para a câmara de mistura, através do difusor e daí para o coletor de admissão.

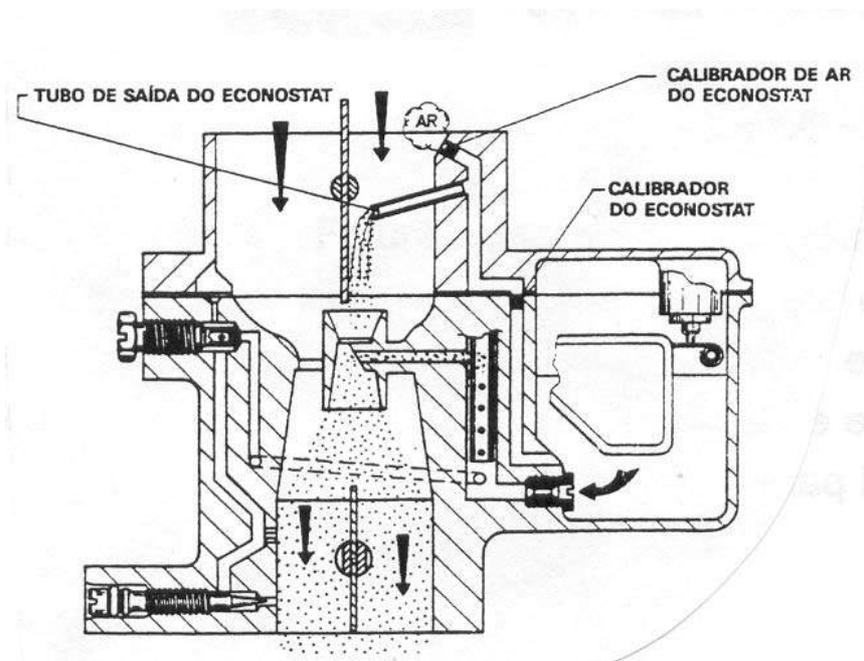
## SISTEMA SUPLEMENTAR AERODINÂMICO OU ECONOSTAT

A quantidade máxima de combustível que o sistema principal adiciona ao ar, para manter uma proporção ideal de mistura, apenas permite ao motor alcançar uma velocidade média-alta de rotação.

Quando um motor está neste ponto de rotação, média-alta, e o motorista “pisa mais fundo” no acelerador, para exigir a potência máxima do motor, a borboleta de aceleração abre-se mais, deixando entrar maior quantidade de ar.

Desse modo, a mistura tende a ficar “pobre”, porque o sistema principal já está permitindo a entrada máxima de combustível, que passa a não ser suficiente para manter a sua proporção ideal. Então, neste ponto, o sistema suplementar entra em ação para normalizar a proporção da mistura e manter a potência máxima do motor, liberando uma quantidade suplementar de combustível.

A figura seguinte apresenta um carburador em corte, mostrando seu sistema com funcionamento aerodinâmico.



O sistema suplementar possibilita uma economia de combustível, dosando-o de acordo com a carga ou a rotação do motor.

## CARBURADORES COM DUAS CÂMARAS

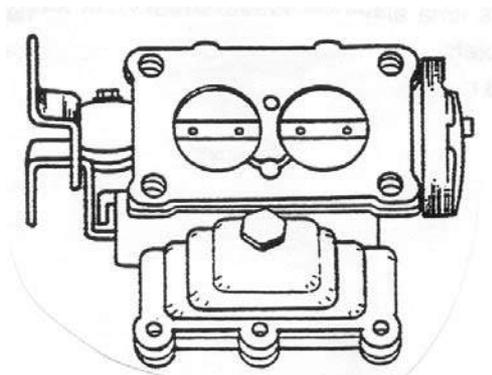
Os carburadores passaram a ter duas câmaras de aceleração para possibilitar um melhor desempenho do veículo e maior economia de combustível. Essas câmaras podem ter um dos seguintes tipos de acionamento:

- Sincronizado;
- Diferenciado.

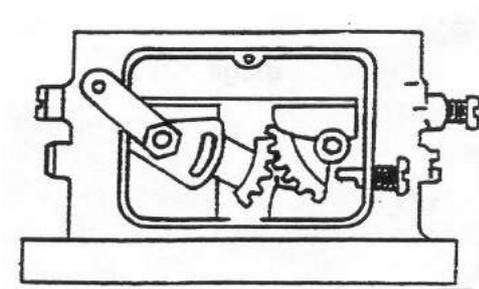
Nos veículos que exigem muita potência em baixa rotação, são usados carburadores de duas câmaras com acionamento sincronizado. Isto quer dizer que as duas câmaras funcionam ao mesmo tempo.

Pode-se conseguir o comando sincronizado das válvulas-borboleta montando-as:

- Sobre o mesmo eixo;



- Em eixos diferentes ligados por setores dentados iguais



Entretanto, a maioria dos veículos de passeio utiliza carburador com comando diferenciado, que abre primeiro uma válvula-borboleta (borboleta principal) e, depois, a borboleta secundária.

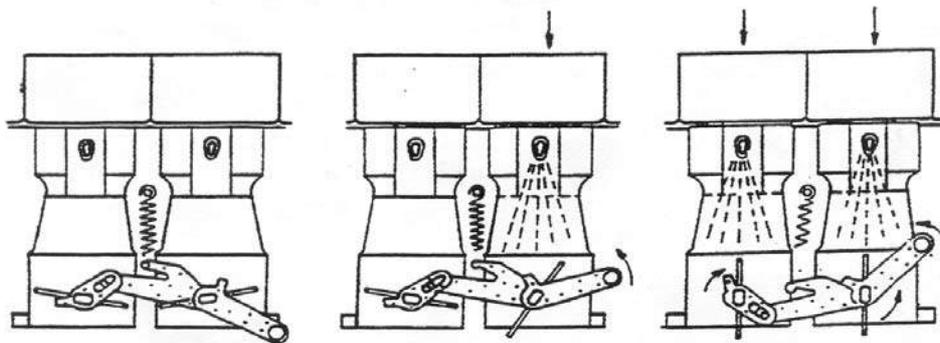
A borboleta principal é acionada pelo acelerador e está instalada no duto primário do carburador, que funciona dentro de uma faixa de dosagem econômica de combustível. A entrada em funcionamento do segundo duto do carburador visa à obtenção de potência e aceleração máximas.

Nos veículos com carburador de comando diferenciado, o coletor de admissão apresenta uma única cavidade. É nessa cavidade que desembocam os dois dutos do carburador.

Há dois tipos de comando diferenciado:

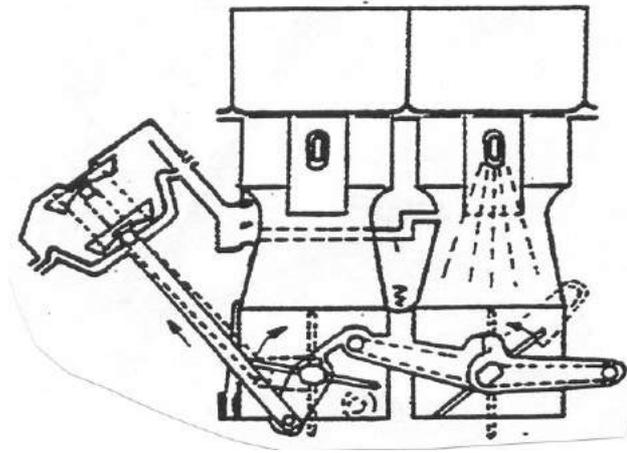
- Mecânico;
- Penumático.

No tipo mecânico há uma alavanca presa à borboleta primária. Essa alavanca vai abrindo a borboleta secundária a partir do momento em que a borboleta primária alcança 2/3 de sua abertura máxima.



No acionamento pneumático, o difusor do primeiro duto vai produzindo uma depressão em câmara que possui um diafragma. Esse diafragma passa a ser empurrado para dentro da câmara pela diferença de pressão (pressão externa maior que a pressão interna). Pressa ao diafragma há uma haste que aciona a borboleta secundária.

Um conjunto de alavancas e mola trava a movimentação dessa haste, só liberando sua movimentação, e conseqüentemente a abertura da borboleta secundária, a partir de uma determinada abertura da borboleta primária.



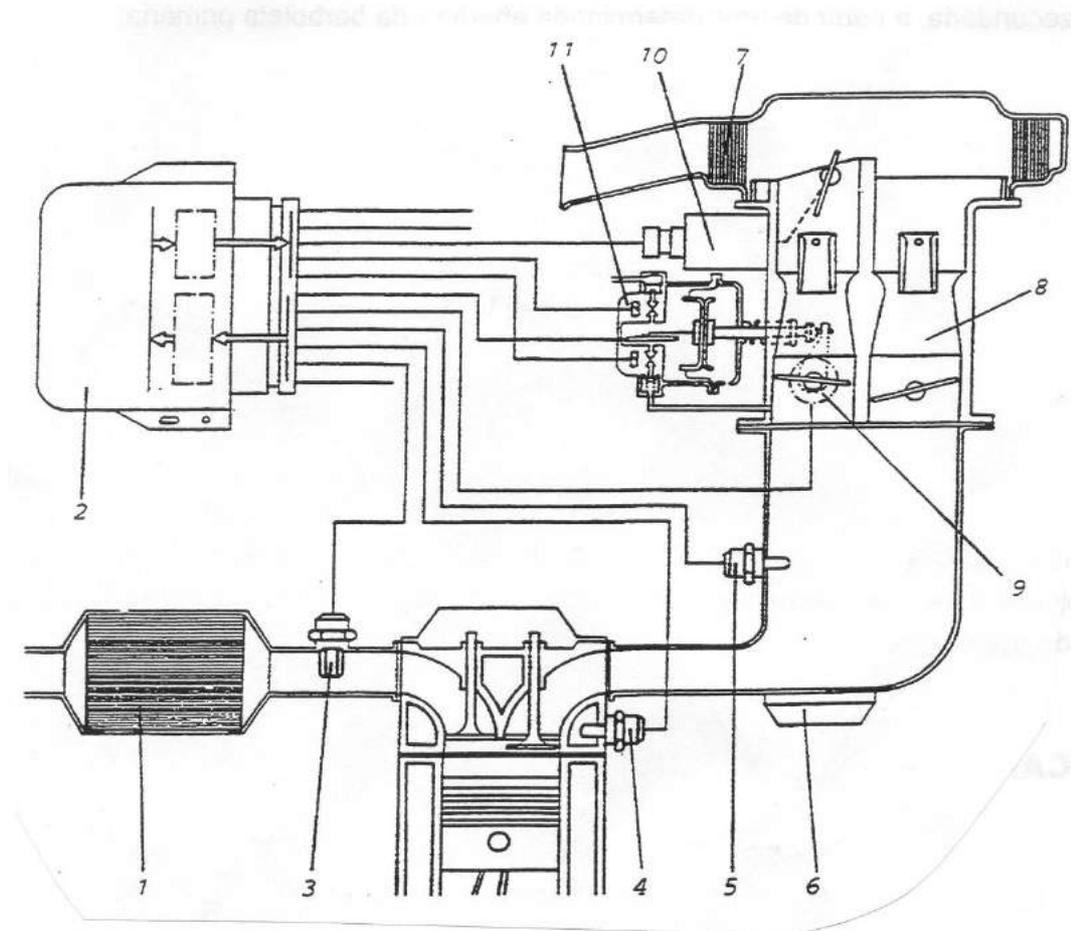
O carburador de acionamento diferenciado oferece economia tanto nas baixas quanto nas altas rotações, devido à abertura progressiva da segunda câmara de aceleração.

## CARBURADOR ELETRÔNICO

Trata-se de um sistema de preparação e fornecimento da mistura com melhor precisão que proporcionada pelo carburador mecânico, em todos os regimes de trabalho do motor. Comparado ao carburador mecânico, o eletrônico oferece as seguintes vantagens:

- Redução das emissões;
- Menor consumo de combustível;
- Melhor dirigibilidade;
- Facilidade de diagnóstico.

A seguir encontra-se um esquema do carburador eletrônico e o seu funcionamento básico.



O carburador eletrônico tem as seguintes funções:

- Controle da rotação de marcha lenta;
- Controle da curva característica do motor;
- Enriquecimento da mistura na partida, fase de aquecimento e aceleração rápida;
- Controle da carga do cilindro durante a partida, fase de aquecimento inicial e em situações onde a rotação máxima do motor é ultrapassada;
- Corte de mistura quando a rotação máxima é ultrapassada;
- Controle lambda do teor de oxigênio do gás de escape;
- Parada do motor;
- Controle de aquecimento do coletor de admissão;
- Proteção do conversor catalítico.

### **Controle da Rotação de Marcha Lenta**

A rotação de marcha lenta é mantida constante por um dispositivo de controle da borboleta de aceleração. A vantagem dessa função é reduzir a rotação média da marcha lenta.

### **Controle da Curva Característica**

Uma válvula de controle de enriquecimento da mistura, a montante da borboleta de aceleração, é utilizada para esta função com o objetivo de preparar a mistura adequada para cada condição de funcionamento do motor.

### **Correção da Mistura Durante a Partida e Fase de Aquecimento**

O enriquecimento durante a partida e primeira fase de aquecimento é dividido em duas etapas. Após a primeira fase de aquecimento, que é dependente da temperatura do motor, a correção da mistura será feita através da curva característica de funcionamento do motor.

### **Enriquecimento em Aceleração Rápida**

A atuação da borboleta de aceleração leva à abertura da válvula de controle de enriquecimento da mistura. O grau de enriquecimento dependerá da taxa de abertura da borboleta de aceleração.

### **Corte da Mistura**

Quando a rotação ultrapassa o valor nominal máximo, o motor não necessita desenvolver mais potência. Nesse momento, um dispositivo corta a passagem da mistura. O fechamento da borboleta de aceleração e da válvula de controle de enriquecimento da mistura não é instantâneo e sim retardado para proporcionar uma transição suave entre as duas condições de funcionamento.

### **Controle Lambda**

O sensor lambda é utilizado para corrigir a relação ar / combustível da mistura, de modo que o motor trabalhe sempre com a relação estequiométrica, ou seja, lambda próximo da unidade.

### **Parada do Motor**

O sistema de parada do motor, similar ao sistema de corte da mistura, corta a passagem da mistura, evitando assim a pós-ignição. Após a parada do motor, a borboleta é aberta novamente para a posição de partida.

### **Controle de Aquecimento da Entrada do Coletor**

O sistema de aquecimento do coletor é controlado pela central eletrônica através da temperatura do líquido de arrefecimento do motor.

### **Proteção do Conversor Catalítico**

Para evitar o superaquecimento do conversor catalítico em situações críticas de funcionamento do motor ou no caso de falhas do sistema de ignição, esse sistema de segurança controla a carga dos cilindros através do regulador da borboleta de aceleração.

## **ELEMENTOS DE CONTROLE**

- Potenciômetro da borboleta de aceleração: monitora sua posição e movimento;
- Regulador da válvula de controle de enriquecimento da mistura: controla a mistura durante o regime de marcha lenta, fase de aquecimento, aceleração rápida e durante a curva característica de funcionamento do motor. Além disso, controla a passagem de mistura durante o corte da mistura e a proteção do conversor catalítico. O enriquecimento é obtido de duas maneiras: através do fechamento da válvula de enriquecimento a montante da borboleta de aceleração, aumentando assim a depressão no venturi, e através da atuação de uma válvula de agulha que reduz a seção transversal do corretor de ar;
- Regulador da borboleta de aceleração: é um dispositivo eletropneumático que controla a carga dos cilindros. Além de manter constante a rotação de marcha lenta, o regulador da borboleta de aceleração atua durante a partida, fases de aquecimento, corte de combustível, parada do motor e proteção do conversor catalítico;
- Sensores de temperatura: monitora as temperaturas do fluido de arrefecimento do motor e da entrada do coletor de admissão. Os sinais são enviados à central eletrônica;
- Sensor lambda: monitora o teor de oxigênio do coletor de escapamento, atuando como indicador indireto da relação ar / combustível da mistura. O sinal do sensor lambda é enviado à central eletrônica.

## **MANUTENÇÃO**

O carburador é complexo e delicado, sujeito a corrosão, desgastes, entupimentos, etc. Notando-se irregularidades no seu funcionamento, deve-se proceder à sua desmontagem, limpeza, inspeção, montagem e regulagem.

O nível do combustível na cuba é de extrema importância para o bom desempenho do carburador e do motor. Por isso deve ser conferido sempre que o carburador apresentar problemas de funcionamento ou for desmontado e regulado.

Os fatores que podem alterar o nível do combustível na cuba são:

- Pressão demasiada, causada pela bomba de combustível, provocando o transbordamento do combustível;
- Desgaste da válvula-estilete;
- Orifício da válvula-estilete semi-obstruído;
- Bóia com peso fora das especificações.

Esses pontos-chave devem ser observados e corrigidos para que seja possível a regulagem do nível do combustível.

No quadro há um roteiro para identificação das causas dos principais defeitos apresentados pelo carburador.

DEFEITOS	CAUSAS
Carburador com vazamento de combustível	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ juntas danificadas</li> <li>▪ bóia encharcada</li> <li>▪ válvula-estilete que veda</li> <li>▪ roscas danificadas</li> </ul>
Carburador causando afogamento no motor	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bóia desregulada e/ou encharcada</li> <li>▪ Válvula-estilete que não veda</li> <li>▪ Bóia presa</li> <li>▪ Borboleta do afogador emperrada, parcialmente fechada</li> <li>▪ Excesso de temperatura</li> </ul>
Carburador não permite que o motor funcione em marcha lenta	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Orifícios obstruídos</li> <li>▪ Entrada falsa de ar</li> <li>▪ Agulha da marcha lenta desregulada</li> <li>▪ Gargulante da marcha lenta fora de especificação</li> <li>▪ Proporção da mistura fora de especificação</li> </ul>
Carburador não permite o motor funcione em alta rotação	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gargulante principal obstruído e/ou fora de especificação</li> <li>▪ Nível da bóia fora de especificação</li> <li>▪ Orifícios obstruídos</li> <li>▪ Misturador obstruído</li> <li>▪ Sistema suplementar que não funciona</li> </ul>
Carburador não permite aceleração rápida do motor	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bomba de aceleração não funciona</li> <li>▪ Tubo injetor danificado ou obstruído</li> <li>▪ Válvulas emperradas</li> <li>▪ Volume de combustível injetado fora do especificado</li> </ul>
Carburador não permite que o motor frio entre em funcionamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Borboleta do afogador emperrada, aberta ou sem comando</li> <li>▪ Falta de combustível na cuba, causado por vazamento</li> <li>▪ Sistema de injeção de gasolina não funciona (motor a álcool)</li> </ul>

Todo o sistema de alimentação tem sua calibragem feita em função de :

- Maior dirigibilidade;
- Menor poluição.

Portanto, não se deve alterar suas características técnicas, sob pena de prejudicar seu desempenho ou controle da poluição.

### **Controle da Poluição nos Carburadores**

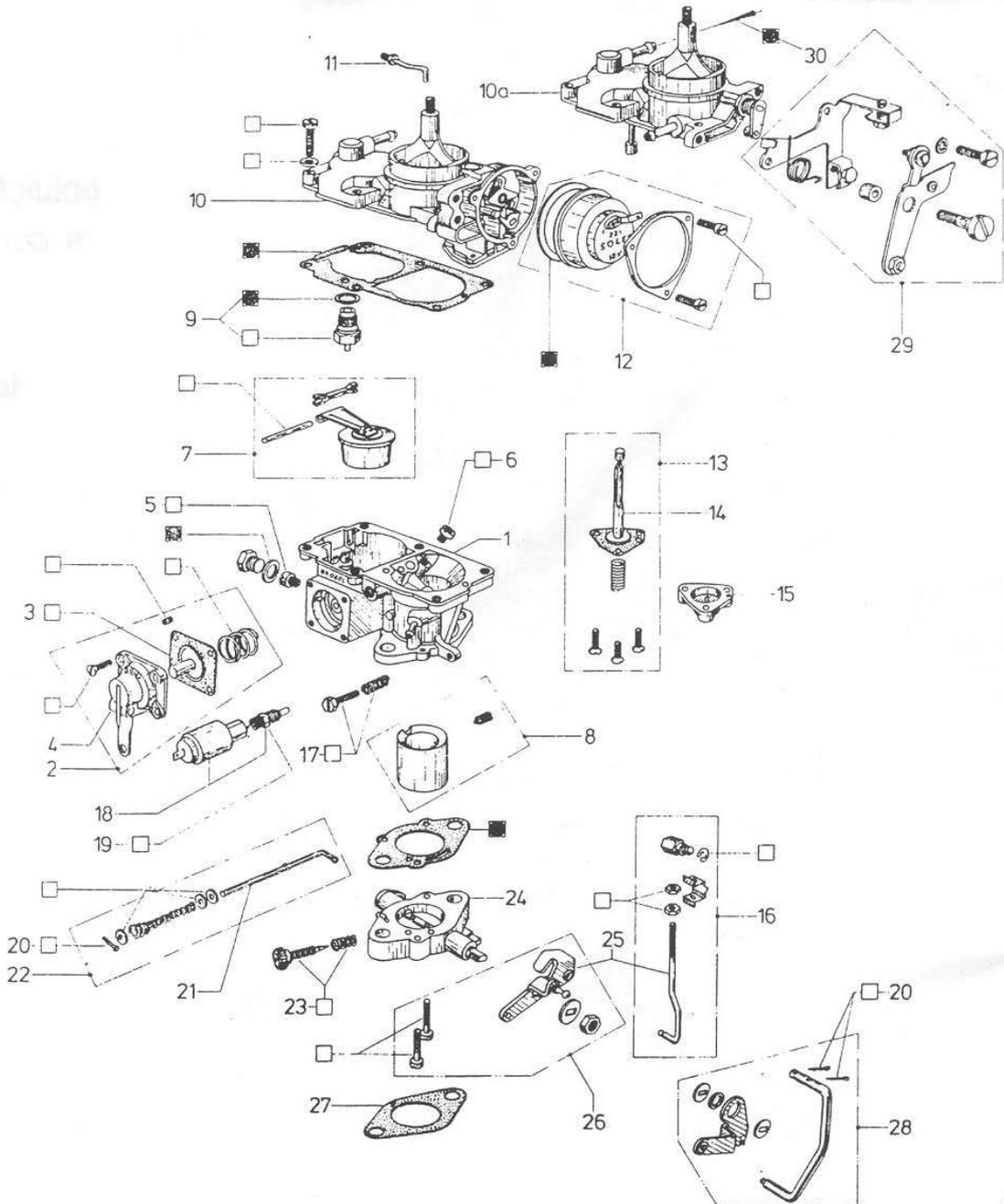
De acordo com medidas governamentais de controle da poluição, os carburadores estão apresentando diversos dispositivos que atuam com essa finalidade, tais como:

- Válvula de retardo de aceleração (atua nos regimes de aceleração, reduzindo hidrocarbonetos);
- Válvula de bloqueio da alimentação da marcha lenta ou eletroválvula (entra em funcionamento quando o freio motor é usado e diminui a emissão de monóxido de carbono);
- Válvula *delay* (retarda a retomada do avanço a vácuo e diminui a emissão de óxidos de nitrogênio).

Vista Explodida de um carburador

Carburador Brosol

Tipo 32/34 PDSI – 32/34 PDSIT



□ Componentes do jogo de reparo.

● Componentes do jogo de juntas.

■ Componentes do jogo de juntas ou do jogo de reparo

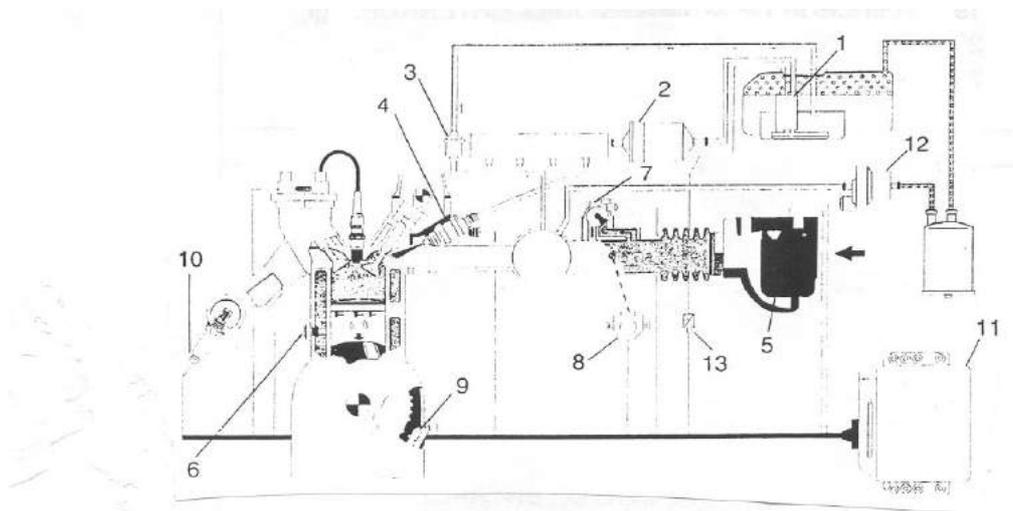
I L U S T R. Nº	DENOMINAÇÃO (QUADRO 3)
	<p><b>CARBURADOR Nº ORIGINAL</b></p> <p>1 CORPO</p> <p>2 KIT DE BOMBA DE ACELERAÇÃO</p> <p>3 MEMBRANA DA BOMBA DE ACELERAÇÃO</p> <p>4 TAMPA DE BOMBA DE ACELERAÇÃO</p> <p>5 GICLEUR PRINCIPAL "Gg"</p> <p>6 GICLEUR CORRETOR DE AR "a"</p> <p>7 KIT BÓIA, EIXO E CALÇO</p> <p>8 KIT DO VENTURI " K "</p> <p>9 VÁLVULA DE AGULHA "P"</p> <p>10 TAMPA</p> <p>10 a TAMPA</p> <p>11 TUBO INJETOR " i "</p> <p>12 KIT DA TAMPA DO AFOGADOR AUTOMÁTICO</p> <p>13 KIT DA MEMBRANA DO AFOGADOR AUTOMÁTICO</p> <p>14 MEMBRANA DO AFOGADOR AUTOMÁTICO</p> <p>15 KIT DA TAMPA DA MEMBRANA DO AFOG. AUTOM.</p> <p>16 KIT DA HASTE DE LIGAÇÃO DO AFOG. AUTOM.</p> <p>17 KIT PARAFUSO E MOLA DE REG. DA M. LENTA</p> <p>18 INTERRUPTOR DE MARCHA LENTA " gf "</p> <p>19 GILCEUR DE M. LENTA OU DO INTERRUPT. " gf "</p> <p>20 CONTRAPINO</p> <p>21 HASTE DE ACIONAMENTO DA BBA. DE ACELERAÇÃO</p>
	<p>22 KIT DE ACIONAMENTO DA BOMBA DE ACELERAÇÃO</p> <p>23 KIT DO PARAFUSO E MOLA DE REG. DE MISTURA</p> <p>24 BASE</p> <p>25 ALAV. DA ACEL. E HASTE DE LIG. DO AFOG. AUT.</p> <p>26 KIT DA ALAVANCA DO ACELERADOR</p> <p>27 JUNTA BASE-COLETOR</p> <p>28 KIT DE HASTE DE LIG. E ALAV. DE ARRASTE</p> <p>29 KIT DE ALAV. DO AFOG. E SUPORTE CABO ACEL.</p> <p>30 ELEMENTO FILTRANTE DE ENTRADA COMBUSTÍVEL</p> <p>JOGO DE JUNTAS</p> <p>JOGO DE REPARO</p>

## PRINCÍPIOS DE INJEÇÃO ELETRÔNICA

A eletrônica moderna abre novas perspectivas para a indústria automobilística. Muitas das exigências feitas aos motores do ciclo Otto podem agora ser atendidas de melhor maneira, como por exemplo: alta potência, baixo consumo de combustível, baixa emissão de poluentes.

Sistemas de preparação de mistura e de ignição solucionam parcialmente os problemas. O Jetronic controla a dosagem de combustível e o sistema eletrônico otimiza a ignição. No sistema Motronic os dois estão reunidos: sistema de injeção e sistema de ignição são controlados através de uma central, segundo critérios comuns de otimização. Através do processamento digital de dados e do emprego de microprocessadores, é possível converter um grande número de dados operacionais em dados de injeção e ignição controlados por mapeamento.

Com o emprego da sonda Lambda e da integração de um regulador Lambda à unidade de comando, o Motronic já pode satisfazer hoje as disposições legais de amanhã sobre emissões de gases de escape.



- |                            |   |
|----------------------------|---|
| 1. Bomba de combustível    | 8. Potenciômetro da borboleta                         |
| 2. Filtro de combustível   | 9. Sensor de rotação (pertence ao sistema de ignição) |
| 3. Regulador de pressão    | 10. Sonda Lambda                                      |
| 4. válvula de injeção      | 11. Unidade de comando (injeção + ignição)            |
| 5. Medidor de fluxo de ar  | 12. Válvula de ventilação do tanque                   |
| 6. Sensor de temperatura   | 13. Relé de comando                                   |
| 7. Atuador de marcha lenta |   |

Em resumo, o emprego do Sistema Motronic garante ao motor uma exata mistura ar/combustível em todos os regimes de funcionamento do motor, proporcionando uma perfeita combustão, garantindo gases de escape mais limpos, além das vantagens oferecidas pelo sistema:

- Menor consumo de combustível;
- Maior potência;
- Aceleração sem atraso;
- Melhora da partida a frio e fase de aquecimento;
- Baixo teor de poluentes nos gases de escape.

O Motronic é um sistema comandado eletronicamente, que efetua a injeção de combustível no coletor de admissão. Como no sistema LE-Jetronic, o Motronic possui uma válvula de injeção para cada cilindro, também chamado de sistema Multi Point.

O sistema de injeção pode ser assim dividido:

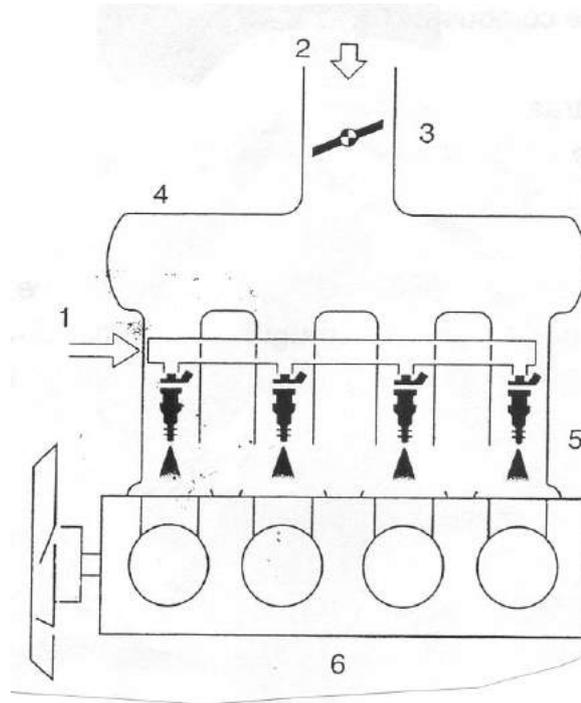
Circuito de combustível: bomba de combustível, filtro de combustível, regulador de pressão, válvulas de injeção, válvula de ventilação do tanque.

Circuito elétrico: sensor de rotação, medidor de fluxo de ar, potenciômetro da borboleta, sensor de temperatura da água, sonda Lambda, atuador de marcha lenta e unidade de comando.

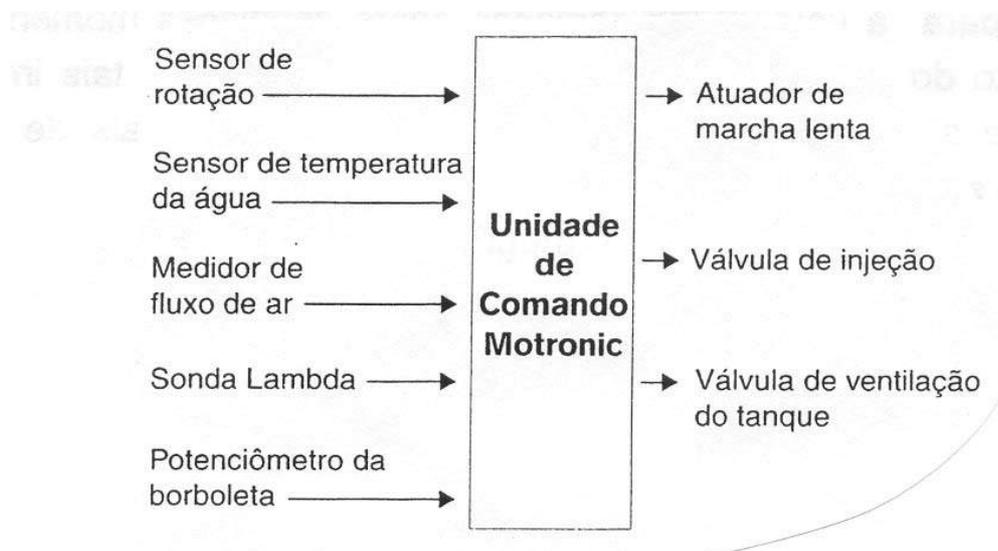
No sistema de injeção eletrônica Motronic encontram-se sensores que enviam informações para a unidade de comando sobre condições momentâneas do funcionamento do motor. A unidade de comando processa tais informações chamadas de sinais de entrada, determinando alguns sinais de comando, chamados de sinais de saída.

### Sistema Multi Point

1. Galeria de distribuição (entrada de combustível)
2. Ar
3. Borboleta de aceleração
4. Coletor de admissão
5. Válvulas de injeção
6. Motor

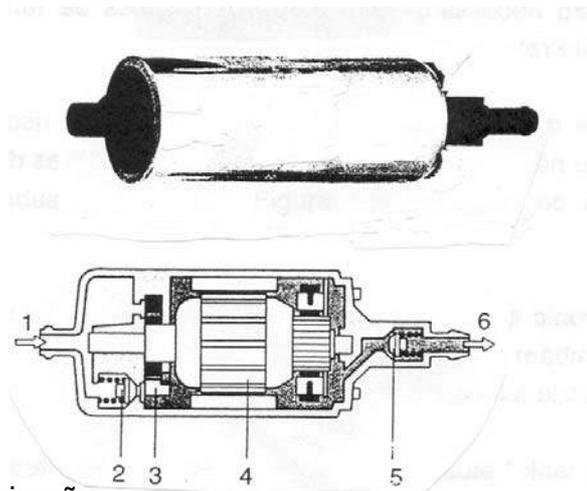


No esquema abaixo aparecem representados os sinais de entrada para a unidade de comando, recebidos dos sensores do circuito elétrico, bem como alguns sinais de saída após o gerenciamento da unidade de comando.

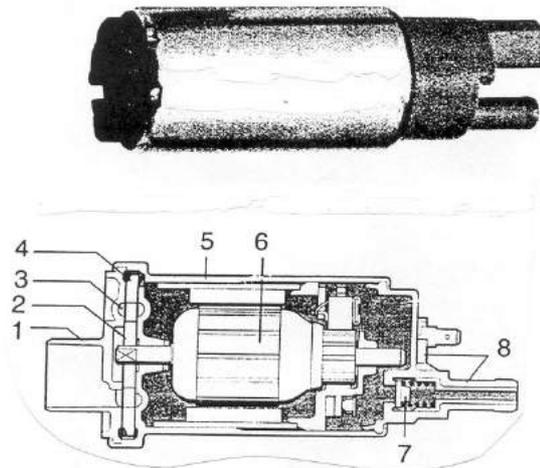


## CIRCUITO DE COMBUSTÍVEL

### BOMBA DE COMBUSTÍVEL



1. Lado de aspiração
2. Limitador de pressão
3. Bomba de roletes
4. Induzido do motor
5. Válvula de retenção
6. Lado de pressão



1. Tampa lado de aspiração
2. Disco de aspiração
3. Galeria primária
4. Galeria principal
5. Carcaça
6. Induzido
7. Válvula de retenção
8. Lado de pressão e conexão de saída

O combustível é levado do tanque através de uma bomba elétrica, que o fornece sob pressão a um tubo distribuidor onde estão fixadas as válvulas de injeção.

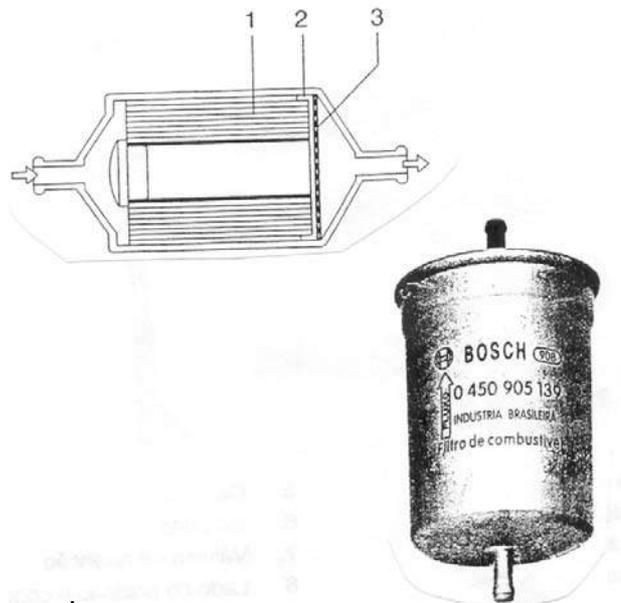
A bomba fornece mais combustível do que o necessário, a fim de manter no sistema a pressão necessária para todos os regimes de funcionamento do motor; o excedente retorna ao tanque.

A bomba elétrica de combustível não apresenta nenhum risco de explosão, pois internamente não ocorre nenhuma mistura em condições de combustão. A bomba é isenta de manutenção. Deve ser testada e substituída quando necessário.

No sistema Motronic a bomba de combustível pode estar montada dentro do tanque, onde também é chamada bomba “ in tank “ , ou pode estar montada fora do tanque, onde também é chamada de bomba “ in line “ .

Nas bombas “ in tank “ atualmente utilizadas encontra-se integrado um sensor de nível, sendo também chamado de conjunto de bomba de combustível.

## FILTRO DE COMBUSTÍVEL



1. Elemento de papel
2. Peneira
3. Placa da apoio

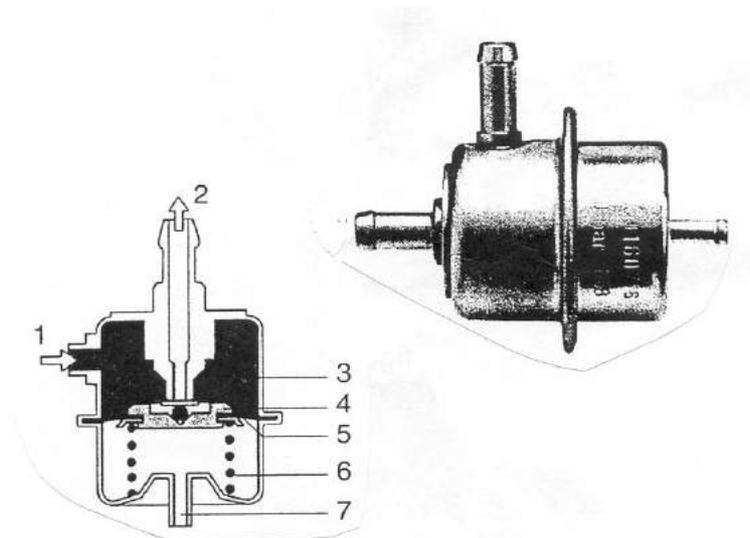
O filtro está conectado após a bomba, retendo possíveis impurezas contidas no combustível. O filtro possui um elemento de papel responsável pela filtragem do combustível. A direção do fluxo indicada no filtro deve ser obrigatoriamente mantida.

É um componente importante para a vida útil do sistema de combustível. Recomenda-se a troca a cada 20.000 km em média, pois se houver entupimento poderá ser danificada.

É importante consultar a orientação do fabricante do veículo para recomendação do período de troca.

Na maioria dos veículos está instalado próximo ao tanque de combustível. Por não estar em local visível, muitas vezes sua substituição é esquecida, o que acarretará problemas de funcionamento do motor.

## REGULADOR DE PRESSÃO



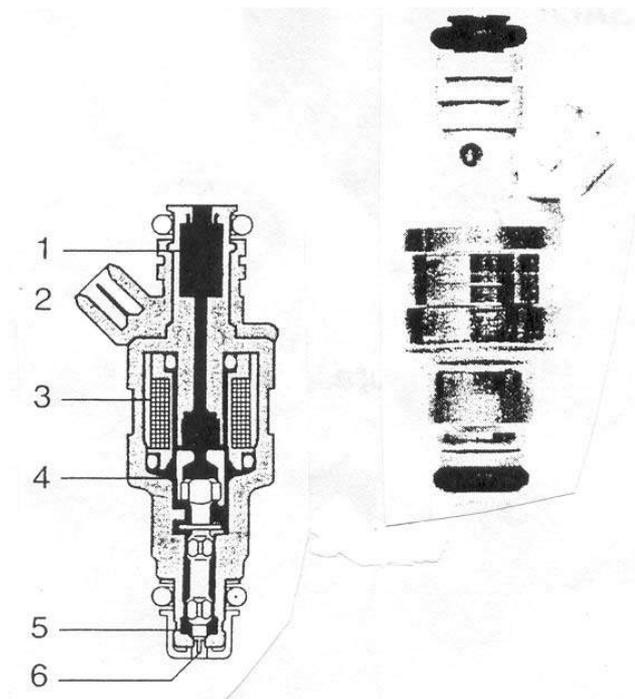
1. Entrada de combustível
2. Retorno de combustível
3. Placa da válvula
4. Suporte da válvula
5. Diafragma
6. Mola de pressão
7. Conexão para o coletor de admissão

O regulador de pressão mantém o combustível sob pressão em todo circuito de combustível, inclusive nas válvulas de injeção. Montado na extremidade do tubo distribuidor, é um regulador com fluxo de retorno. Ele garante uma pressão uniforme no sistema de combustível em todos os regimes de funcionamento do motor.

Quando a pressão regulada é ultrapassada, ocorre a liberação de abertura para a tubulação de retorno, por onde o combustível retorna para o tanque sem pressão.

Também necessita ser testado e substituído quando necessário, merecendo muita atenção por parte dos mecânicos e dos vendedores, pois se houver problemas nesse componente, ocorrerá deficiência no sistema de alimentação de combustível.

### VÁLVULA DE INJEÇÃO



1. Peneira
2. Conexão elétrica
3. Bobina magnética
4. Induzido
5. Agulha
6. Pino cônico

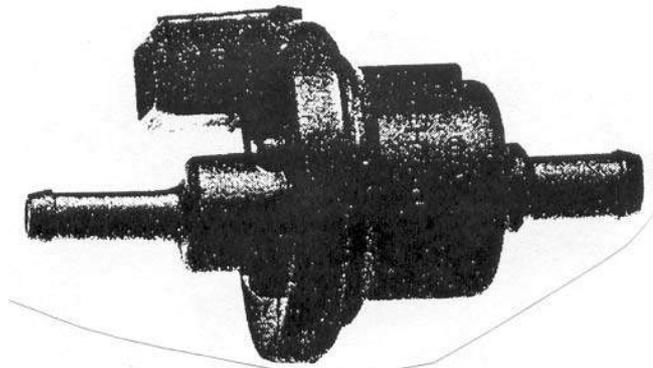
Em sistemas de injeção multiponto, cada cilindro possui uma válvula de injeção que pulveriza o combustível antes da válvula de admissão do motor, para que o combustível pulverizado se misture com o ar recebido, formando a mistura que resultará na combustão. As válvulas de injeção são acionadas eletromagneticamente, abrindo e fechando através de impulsos elétricos provenientes da unidade de comando.

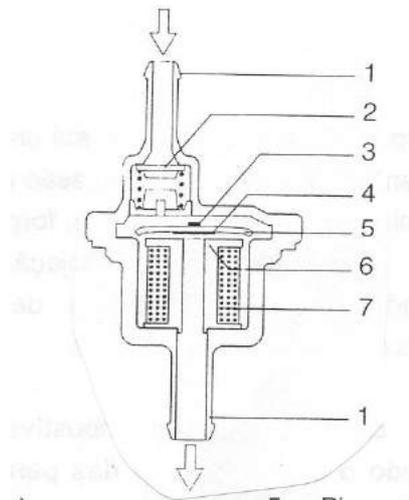
A fim de obter uma boa distribuição de combustível sem perdas por condensação, deve ser evitado o umedecimento das paredes do coletor. Por esse motivo, o ângulo da injeção de combustível até a válvula de admissão do motor deve ser determinado de modo específico para cada motor.

Embora pareçam iguais, as válvulas possuem diferenças entre si, como nos furos de injeção, na resistência do enrolamento, etc. Recomendamos seguir a tabela de aplicação.

As válvulas são peças de altíssima precisão. A fim de manter uma perfeita pulverização do combustível durante toda a vida útil das válvulas de injeção e garantir a sua estanqueidade, recomenda-se a limpeza periódica das válvulas através dos anéis o-rings quando necessário.

### **VÁLVULA DE VENTILAÇÃO DO TANQUE**





1. Conexão (mangueiras)
2. Válvula de retenção
3. Mola
4. Elemento de vedação
5. Diagrama
6. Assento de vedação
7. Bobina magnética

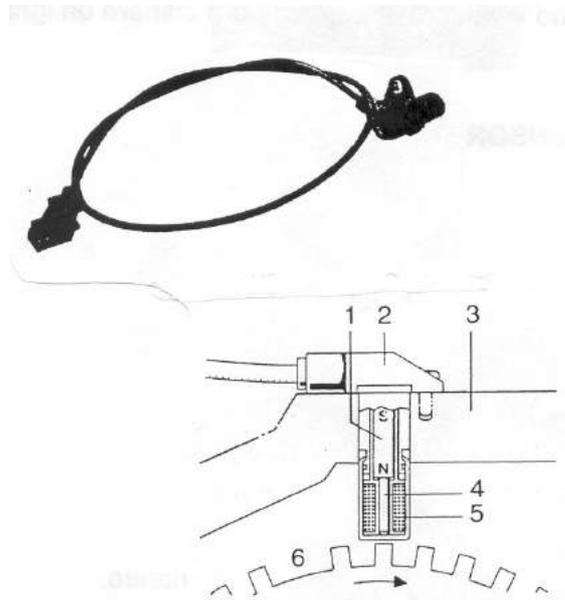
A válvula de ventilação do tanque é um componente que permite o reaproveitamento dos vapores de combustível contidos no tanque, não permitindo que sejam lançados para a atmosfera. Os vapores de combustível, se lançados na atmosfera, contribuem para aumentar a poluição ambiental.

A válvula de ventilação do tanque é controlada pela unidade de comando, que determina o melhor momento para o reaproveitamento dos vapores conforme o regime de funcionamento do motor.

Esse componente contribui para tornar ainda mais eficiente o funcionamento do sistema de injeção eletrônica, garantindo a pureza do ar.

## CIRCUITO ELÉTRICO

### SENSOR DE ROTAÇÃO



#### *Sensor de rotação*

1. Ímã permanente
2. Carcaça
3. Carcaça do motor
4. Núcleo de ferro doce
5. Enrolamento
6. Disco de impulsos com marca de referência

O sensor de rotação tem como função medir a rotação do motor, além de determinar o ponto de ignição.

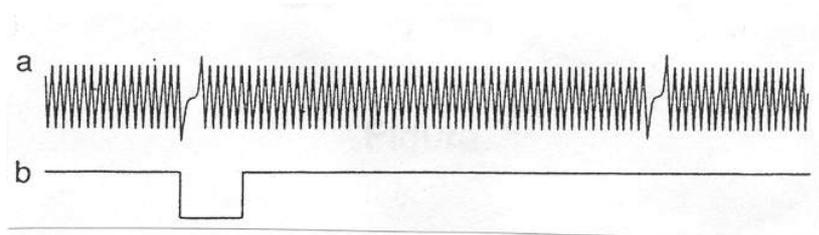
A posição do pistão de um cilindro é decisiva para o ponto de ignição correto.

Os pistões de todos os cilindros estão ligados ao virabrequim por bielas. A velocidade com que a posição do virabrequim varia é chamada de rotação e através dessas variações de posições é obtido o número de rotações do virabrequim por minuto.

O sensor de rotação montado no virabrequim fornece um sinal sobre a posição do virabrequim, a partir do qual a unidade de comando deriva o sinal de rotação.

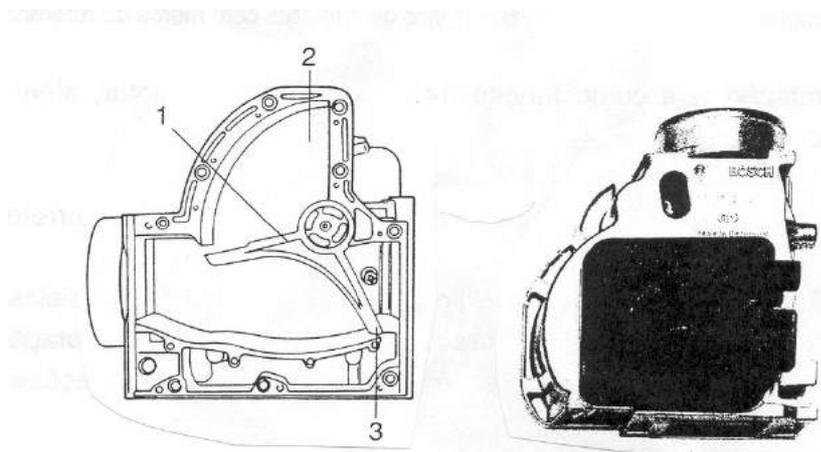
O virabrequim dispõe de um volante dentado (60dentes) onde existe uma falha (faltam dois). O sensor de rotação explora essa sequência de dentes. Enquanto os dentes do volante passam pelo sensor ocorre uma alteração do fluxo magnético, sendo induzida uma tensão alternada. Essa tensão gera uma amplitude suficiente para que a unidade de comando possa transformar essa tensão senoidal em uma tensão retangular, de modo que possa ser identificado através da falha existente no volante o 1º cilindro para disparo da ignição.

### SINAL GERADO PELO SENSOR DE ROTAÇÃO



- a) tensão senoidal gerada pelo sensor de rotação
- b) tensão retangular, transformada pela unidade de comando.

### MEDIDOR DE FLUXO DE AR



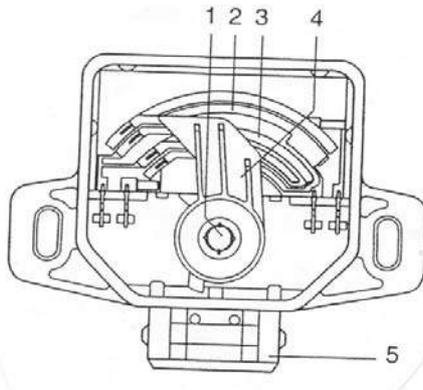
- 1. Palheta de compensação
- 2. Volume de amortecimento
- 3. Palheta sensora

Tem como função informar à unidade de comando a quantidade e a temperatura do ar admitido, para que tais informações influenciem na quantidade de combustível pulverizada.

A medição da quantidade de ar admitida se baseia na medição da força produzida pelo fluxo de ar aspirado, que atua sobre a palheta sensora do medidor, contra a força de uma mola. Um potenciômetro transforma as diversas posições da palheta sensora em uma tensão elétrica, que é enviada como sinal para a unidade de comando.

Alojado na carcaça do medidor de fluxo de ar encontra-se também localizado um sensor de temperatura do ar, que deve informar à unidade de comando a temperatura do ar admitida durante a aspiração, para que essa informação também influencie na quantidade de combustível a ser injetada.

### POTENCIÔMETRO DA BORBOLETA

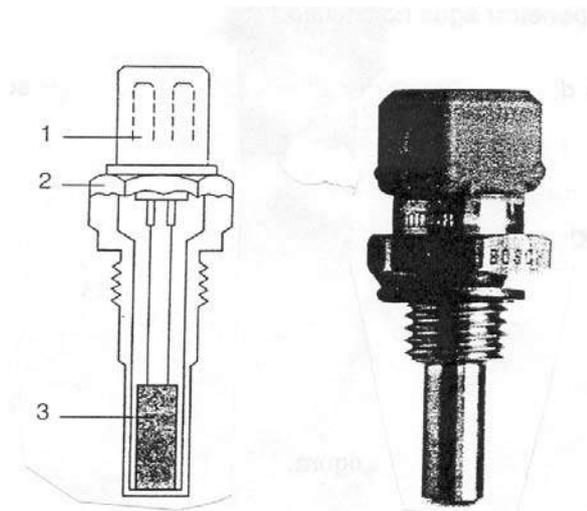


1. Eixo do potenciômetro
2. Pista de resistência 1
3. Pista de resistência 2
4. Contato deslizante (haste)
5. Conector

O potenciômetro da borboleta de aceleração está fixado no corpo da borboleta, acionado através do eixo da borboleta de aceleração.

Ao contrário do sistema Le-Jetronic, o potenciômetro informa para a unidade de comando todas as posições da borboleta de aceleração. Dessa maneira, a unidade de comando obtém informações mais precisas sobre os diferentes regimes de funcionamento do motor, utilizando tal informação para também influenciar na quantidade de combustível pulverizada como sistema Le-Jetronic.

## SENSOR DE TEMPERATURA DA ÁGUA DO MOTOR



1. Conexão elétrica
2. Carcaça
3. Resistor NTC

Está instalado no bloco do motor em contato com a água (líquido de arrefecimento).

Mede a temperatura do motor através do líquido de arrefecimento. Internamente o sensor de temperatura possui uma resistência NTC (coeficiente negativo de temperatura), cujo valor é alterado em função da temperatura da água, sendo enviado como sinal para a unidade de comando.

É um componente de vital importância para o sistema de injeção eletrônica. Problemas com o sensor de temperatura do motor podem causar uma queda significativa no rendimento do veículo. Deve ser testado e trocado quando necessário.

## SONDA LAMBDA

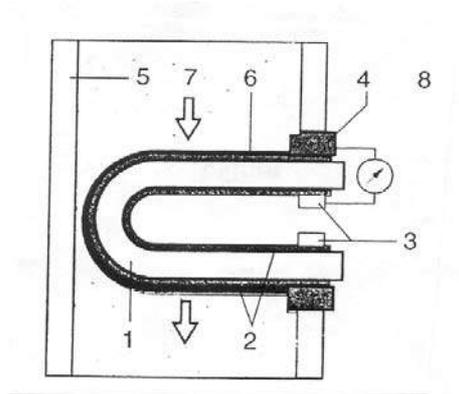


- 1.Elemento de contato
1. Corpo cerâmico de proteção
2. Corpo cerâmico da sonda
3. Tubo protetor
4. Conexão elétrica
5. Anel de vedação
6. Carcaça
7. Sextavado de conexão
8. Eletrodo (negativo)
- 10.Eletrodo (positivo)

Funciona como um nariz eletrônico. A sonda Lambda vai montada no caso de escape do motor, em um lugar onde se atinge uma temperatura necessária para sua atuação em todos os regimes de funcionamento do motor.

A sonda Lambda fica em contato com os gases de escape de modo que a parte externa do eletrodo da sonda Lambda adentra o fluxo de gás de escape. A parte interna de eletrodo está em contato com o ar externo (figura 1).

Essencialmente a sonda de um corpo cerâmico especial, cuja superfície é provida de eletrodos de platina permeáveis a gás. A atuação da sonda baseia-se no fato de o material cerâmico ser poroso e permitir uma difusão do oxigênio do ar (eletrólito compacto). A cerâmica torna-se condutora em temperaturas elevadas. Havendo uma diferença de teor de oxigênio entre os dois lados será gerada uma tensão elétrica nos eletrodos. Através desse sinal enviado pela sonda Lambda, a unidade de comando pode variar a quantidade de combustível injetada.



*Disposição da sonda Lambda no cano de escape*

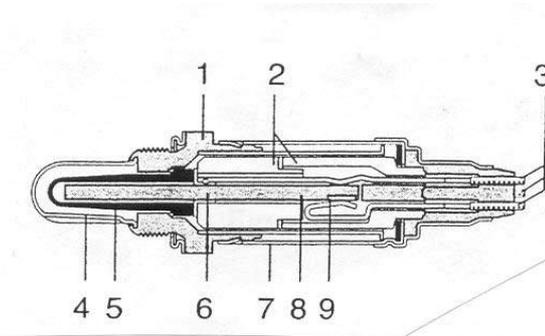
1. Cerâmica da sonda
2. Eletrodos
3. Contato
4. Contato com a carcaça
5. Cano de escape
6. Camada protetora em cerâmica (porosa)
7. Gás de escape
8. Ar

Existem atualmente dois tipos de sonda Lambda:

- Sonda Lambda aquecida
- Sonda Lambda não aquecida

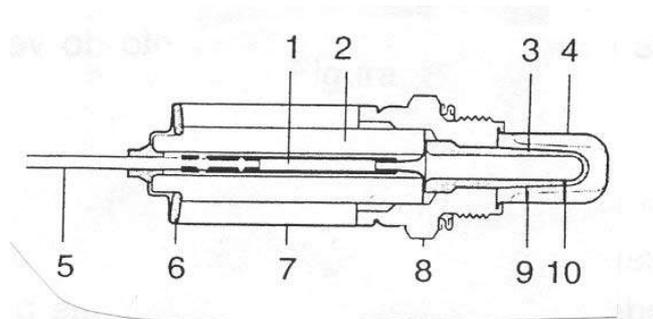
As sondas Lambdas não aquecidas, por estarem montadas próximo do motor atingem rapidamente a temperatura ideal para funcionamento, ao contrário das sondas aquecidas, que necessitam de um aquecimento através de um elemento aquecedor pelo fato de sua posição de montagem não permitir manter a temperatura ideal de trabalho, que em ambos os casos gira em torno de 300° C.

**Sonda Lambda aquecida**



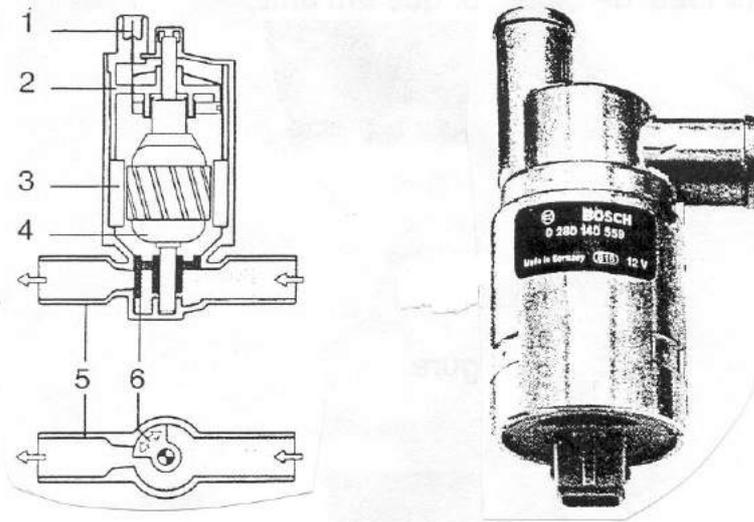
1. Carcaça da sonda
2. Tubo de apoio cerâmico
3. Ligações elétricas
4. Tubo de proteção com fendas
5. Cerâmica ativa da sonda
6. Elemento de contato
7. Luva de proteção
8. Elemento aquecedor
9. Terminais de ligação para elemento aquecedor

**Sonda Lambda não aquecida**



1. Elemento de contato
2. Corpo cerâmico de proteção
3. Corpo cerâmico de sonda
4. Tubo protetor
5. Conexão elétrica
6. Anel de vedação
7. Carcaça
8. Sextavado de conexão
9. Eletrodo (negativo)
10. Eletrodo (positivo)

## ATUADOR DE MARCHA LENTA



1. Conexão elétrica
2. Carcaça
3. Ímã permanente
4. Induzido
5. Canal de ar
6. Atuador de fluxo ar

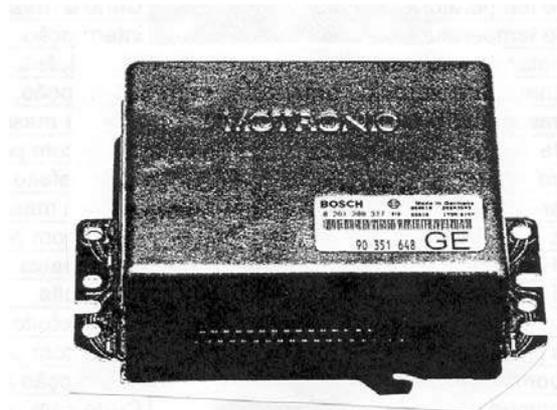
O atuador de marcha lenta funciona de forma semelhante ao já conhecido adicionador de ar do sistema LE-Jetronic, assumindo também mais funções para garantir uma marcha lenta estável, não só na fase de aquecimento, mas em todas as possíveis condições de funcionamento do veículo no regime de marcha lenta.

O atuador de marcha lenta possui internamente duas bobinas (ímãs) e um induzido, onde está fixada uma palheta giratória que controla um bypass de ar. Controlado pela unidade de comando, são as diferentes posições do induzido juntamente com a palheta giratória, que permitem uma quantidade variável de ar na linha de aspiração.

A variação da quantidade de ar é determinada pelas condições momentâneas de funcionamento do motor, onde a unidade de comando, através dos sensores do sistema, obtém tais informações de funcionamento, controlando assim o atuador de marcha lenta.

Dessa maneira, sempre será obtida uma marcha lenta estável durante o funcionamento do motor.

## UNIDADE DE COMANDO



Também no sistema Motronic a unidade de comando tem como função determinar a quantidade de combustível a ser injetada, com base nas informações que recebe de todos os componentes do sistema. Desse modo, a quantidade de combustível injetada é dosada pela unidade de comando através do tempo de abertura das válvulas de injeção. Ao contrário do sistema LE-Jetronic, a unidade de comando Motronic, além de determinar a quantidade de combustível injetada, também é responsável por outros sinais de saída que influenciam diretamente no perfeito funcionamento do sistema.

No Motronic, a unidade de comando controla, além da injeção, também o sistema de ignição eletrônica.

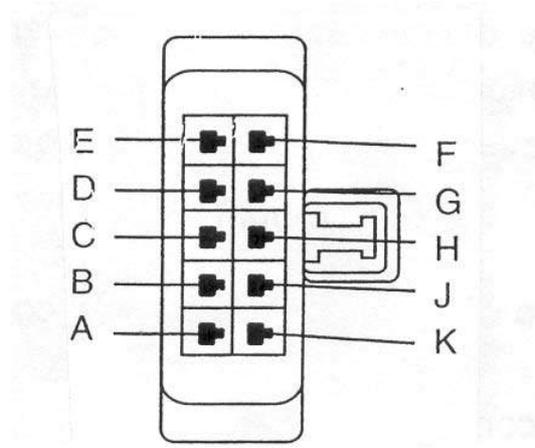
É um componente que não apresenta desgaste, porém alguns cuidados devem ser tomados para não comprometer seu perfeito funcionamento:

- Não retirar ou colocar o conector da unidade de comando com o comutador de ignição ligado;
- Não desligar a bateria com o motor funcionando;
- Retirar a unidade de comando quando o veículo for colocado em estufa de secagem (temperatura acima de 80° C);
- Havendo necessidade de efetuar reparos com solda elétrica no veículo, desligar o alternador, a unidade de comando e a bateria.

**AUTODIAGNÓSTICO – GMB OMEGA / SUPREMA / VECTRA 2.0L**

<b>CÓDIGO DE PISCADAS</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>DEFEITO</b>
12	-	Nenhum defeito memorizado
13	Sonda Lambda	Interrupção
14	Sensor de temperatura do motor	Curto à massa
15	Sensor de temperatura do motor	interrupção
19	Sinal de rotação	Sinal defeituoso / sem sinal
21	Potenciômetro da borboleta	Interrupção, curto com positivo
22	Potenciômetro da borboleta	Curto à massa
25	Válvula de injeção 1º cilindro	Curto com positivo
31	Sinal de rotação à rotação de partida	Com defeito
38/44	Sonda Lambda	Curto à massa
39/45	Sonda Lambda	Curto com positivo
48	Tensão da bateria	Muito baixa
49	Tensão da bateria	Muito alta
51/55	Unid. De comando – parte digital (calculador)	Com defeito
52	Lâmpada de defeito	Curto com positivo
53	Relé de bomba de combustível	Interrupção / curto à massa
54	Relé de bomba de combustível	Curto com positivo
56	Atuador de marcha lenta	Curto com positivo
57	Atuador de marcha lenta	Interrupção / curto à massa
61	Válvula de ventilação do canister	Curto à massa
62	Válvula de ventilação do canister	Curto com positivo
69	Sensor de temperatura do ar	Curto à massa
71	Sensor de temperatura do ar	Interrupção / curto à massa
73	Medidor de fluxo de ar	Sinal muito baixo
74	Medidor de fluxo de ar	Sinal muito alto
81	Válvulas de injeção	Interrupção / curto à massa

Para “ativar” o código de piscadas interligar os pinos “ A “ e “ B” no conector de diagnóstico:



**Apagar a memória de falhas:**

Desconectar a unidade de comando por pelo menos 10s ou dar 20 partidas.

## **BIBLIOGRAFIA**

Série Metódica Ocupacional. Mecânico de Automóvel III – Módulo VIII – Alimentação. SENAI. São Paulo. 1992.

Apresentação do Sistema de Injeção Eletrônica Motronic – Bosch. Ed 2996.

Catálogo de Carburadores BROSOL. 1987.

**Elaboração**

Paulo Roberto de Lima

Marcelo Bino dos Santos

**Diagramação**

Anna Daniella C. Teixeira

**Editoração**

Divisão de Educação e Tecnologia – DET.