

**O sistema de alimentação dos motores de ciclo Otto utilizados nos  
equipamentos agrícolas.**

1992

## Índice

1- Introdução .....	3
2- Considerações gerais sobre carburação .....	3
3- Descrição e funcionamento de um carburador elementar .....	3
4- Descrição e funcionamento de um carburador tipo .....	5
4.1- Sistemas automáticos de doseamento da mistura .....	5
4.1.1- Poço de compensação .....	5
4.1.2- Tubo de emulsão .....	6
4.2- Circuitos complementares dos carburadores .....	6
4.2.1- Circuito de arranque a frio .....	7
4.2.1.1- Starter .....	7
4.2.1.2- A borboleta de arranque a frio .....	7
4.2.2- Circuito do mínimo .....	8
4.2.3- Circuito de reprise .....	10
5- Os reguladores dos carburadores .....	10
6- Os carburadores dos motores pequenos .....	11
6.1- Os carburadores de êmbolo obstruidor e agulha cônica .....	12
6.2- Os carburadores multiposição .....	12
7- A carburação com gaz de petróleo liquefeito .....	13
8- A combustão da gasolina e o meio ambiente .....	14
Bibliografia .....	16

## 1- Introdução

A utilização dos motores de ciclo Otto nos equipamentos agrícolas, que data do fim do século passado (1890), embora os ensaios comparativos com os motores a vapor só se tenham efetuado no início deste século (1908), representou um avanço muito importante para os equipamentos de tracção.

Mais tarde, com o aparecimento dos motores de ciclo Diesel, os motores a gasolina, devido ao maior custo deste combustível, deixaram de ser aplicados nos tratores, restringindo-se atualmente a sua utilização aos motores dos equipamentos de menor dimensão.

## 2- Considerações gerais sobre a carburação

Os motores de ciclo Otto são motores térmicos, de combustão interna, em que a energia mecânica resulta da combustão de um carburante no interior dos cilindros.

Nestes motores, para que a combustão, geralmente de gasolina ou gás de petróleo liquefeito (GPL), seja o mais completa possível é necessário que se forme uma mistura com o ar (carburação), que tenha as seguintes características:

- encontrar-se bem vaporizada para que a combustão seja completa, pelo que a pulverização do combustível deve resultar do choque com uma corrente de ar com grande velocidade;
- ser homogénea, quer ao nível de um cilindro quer entre eles, para que a combustão seja rápida;
- apresentar uma relação ideal, para que a mistura não seja nem pobre nem rica.

Nos motores de ciclo Otto, as características da mistura mencionadas são obtidas num carburador, cuja função é permitir uma dosagem apropriada da mistura ar (comburente) - combustível (carburante) e fazer com que esta esteja bem homogeneizada e sob a forma de vapor. Relativamente à distribuição da mistura pelos vários cilindros é conseguida com um desenho apropriado das condutas de admissão, sendo a homogeneização no interior daqueles obtida pela turbulência da mistura.

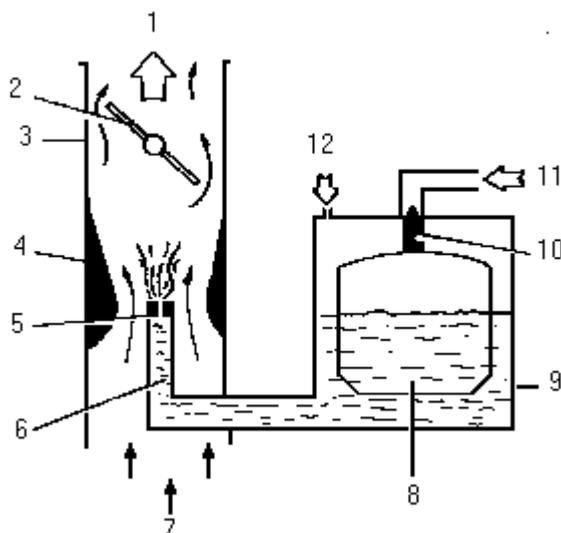
A carburação pode igualmente ser obtida pela injeção da gasolina, sob pressão, antes das válvulas de admissão, ou, no caso dos GPL, pela mistura do gás de petróleo no ar aspirado pelo motor; em qualquer dos casos para se obter uma boa combustão da mistura é necessário que esta esteja comprimida com uma pressão de 12 - 13 bar.

## 3- Descrição e funcionamento de um carburador elementar

Os carburadores são constituídos basicamente por um circuito de ar e um de combustível, sendo o primeiro formado por um corpo, que se prolonga pelas condutas de admissão, que tem um estrangulamento a que se chama bico, onde se origina, devido à passagem do ar, uma zona

de depressão; o débito do ar que passa pelo bico do carburador é função da abertura da borboleta do acelerador.

O circuito da gasolina apresenta um doseador ou pulverizador (gicleur), situado ao nível do bico, que se encontra ligado a uma cuba de nível constante, alimentada de gasolina pelo reservatório, e por um tubo de descarga; a entrada de combustível na cuba, por gravidade ou pressionado por uma bomba, é regulada por uma válvula acionada por uma boia.



**Figura 1-** Representação esquemática de um carburador elementar.

1- Saída para os cilindros 2- Borboleta do acelerador 3- Corpo do carburador 4- Bico 5- Doseador 6- Tubo de descarga 7- Entrada de ar 8- Boia 9- Cuba de nível constante 10- Agulha da boia 11- Entrada da gasolina 12- Pressão atmosférica.

Fonte: CEMAGREF (1978)

Relativamente ao funcionamento, a depressão criada pela aspiração do movimento dos êmbolos, no colector de admissão e corpo do carburador faz com que a gasolina do tubo de descarga seja pulverizada, misturando-se com o ar e transportada para os cilindros; a borboleta do acelerador (2) faz variar a depressão no corpo do carburador, pois quando aquela está fechada a depressão é mínima, sendo máxima quando está completamente aberta.

Como se pode constatar o carburador descrito apenas funciona bem quando o débito de ar é constante e o doseador é escolhido em função deste débito; quando o regime varia a depressão no corpo do carburador altera-se fazendo variar quer o débito de ar quer o de gasolina e portanto a proporção da mistura. Estas alterações não são proporcionais nos dois circuitos pelo que a relação da mistura se afasta do valor ideal, ou seja, 1 g de gasolina para 15.3 g de ar, obtendo-se uma mistura pobre nos baixos regimes e rica nos altos; para os GPL esta proporção é de 1 g de GPL para 16 g de ar.

Assim, para ultrapassar esta situação, os carburadores têm sistemas automáticos de doseamento e vários circuitos que permitem, em cada situação, obter a mistura mais conveniente.

#### 4- Descrição e funcionamento de um carburador tipo

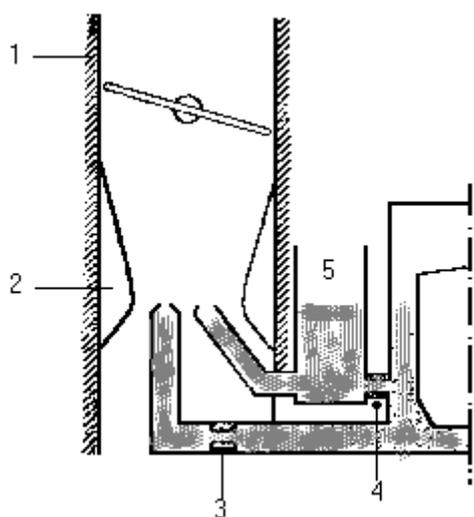
O carburador tipo para além dos elementos mencionados no carburador elementar, tem sistemas automáticos de regulação de débito e vários circuitos que permite obter, em todas as situações, uma relação da mistura ar - gasolina mais próxima da ideal.

##### 4.1- Sistemas automáticos de doseamento da mistura

O doseamento automático da mistura é realizado por um dispositivo designado por poço de compensação ou por um tubo de emulsão.

##### 4.1.1- Poço de compensação

Este sistema caracteriza-se pela presença no bico do carburador de dois tubos de descarga alimentados por dois doseadores calibrados, cujas dimensões estão relacionadas com as do bico.



**Figura 2-** Representação esquemática do dispositivo automático de regulação da mistura ar - gasolina por poço de compensação.

1- Corpo do carburador 2- Bico 3- Doseador principal  
4- Doseador de compensação 5- Poço de compensação.

Fonte: CEMAGREF (1978)

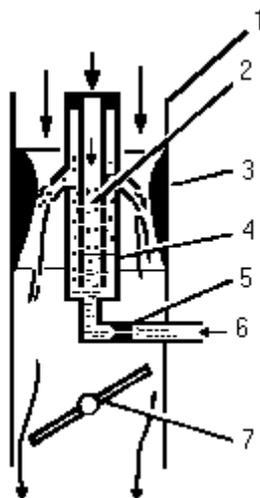
Relativamente ao funcionamento deste sistema o pulverizador principal permite um doseamento adequado para um regime motor relativamente baixo sendo o restante débito assegurado pelo pulverizador complementar. Este está ligado a um poço de compensação, que se encontra à pressão atmosférica e cujo nível vai baixando à medida que aumenta o regime, diminuindo assim o débito pulverizado o que permite manter a proporção da mistura próxima do valor ideal; o ar que é introduzido no pulverizador, através do poço de compensação, ajuda também à pulverização da gasolina.

Quando o nível de combustível no poço de compensação atinge o doseador complementar este deixa de debitar gasolina pelo que o débito total é inteiramente assegurado pelo doseador principal.

##### 4.1.2- Tubo de emulsão

Este dispositivo de regulação automática, que é mais utilizado que o anterior, consiste num tubo de descarga com vários orifícios laterais por onde sai a gasolina emulsionada com o ar; o doseador de gasolina (gicleur) que se encontra na base do tubo de emulsão está permanentemente imerso no combustível.

Relativamente ao seu funcionamento este baseia-se no aumento da depressão junto ao tubo, resultante da aceleração do motor, que conduz à pulverização da gasolina e, conseqüentemente, ao abaixamento do seu nível, fazendo com que o ar passe pelos orifícios diminuindo assim a riqueza da mistura; esta diminuição é tanto mais acentuada quanto maior for o abaixamento do nível no tubo.



**Figura 3-** Esquema do princípio da regulação automática da mistura ar - gasolina pelo tubo de emulsão.

1- Corpo do carburador 2- Tubo de emulsão 3- Bico 4- Tubo de descarga 5- Doseador 6- Entrada de gasolina 7- Borboleta do acelerador

Fonte: CEMAGREF (1978)

Quando o motor atinge um regime elevado em carga, deixa de haver gasolina no tubo de emulsão, fazendo-se sentir a depressão diretamente no "gicleur".

#### 4.2- Circuitos complementares dos carburadores

Os circuitos complementares existentes nos carburadores tipo são os seguintes:

- circuito de arranque a frio (starter)
- circuito do mínimo (ralenti);
- circuito de reprise.

##### 4.2.1- Circuito de arranque a frio

O circuito de arranque a frio permite, como o próprio nome indica, facilitar o início de funcionamento de um motor, pois, nesta situação, a percentagem de gasolina vaporizada é inferior à obtida quando o motor já está quente e uma parte ainda se deposita no colector de admissão.

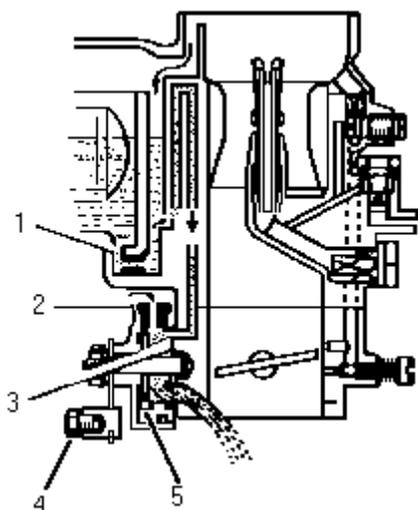
Assim, para compensar esta vaporização deficiente, é necessário obter uma mistura muito rica para que o volume de gasolina vaporizada se aproxime do obtido em condições normais de funcionamento.

Para facilitar o arranque a frio existem basicamente duas soluções:

- o "starter";
- a borboleta de arranque a frio.

##### 4.2.1.1- "Starter"

O starter consiste num pequeno carburador suplementar com um doseador de ar e gasolina próprio, sendo a mistura pulverizada depois da borboleta do acelerador; o comando da janela de saída do combustível, efetuada depois da borboleta do acelerador, é de acionamento manual ou termostático.



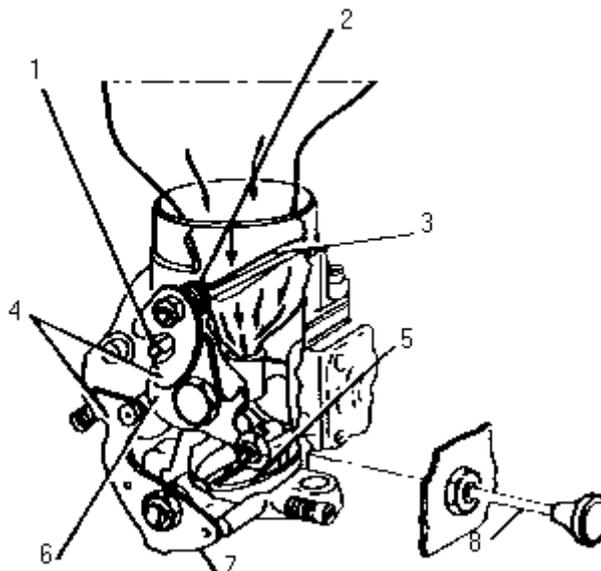
**Figura 4-** Representação do sistema de arranque a frio utilizando o "starter".

1- Doseador de combustível 2- Doseador de ar 3- Janela do starter 4- Alavanca de comando 5- Válvula de bloqueio.

Fonte: CEMAGREF (1978)

#### 4.2.1.2- A borboleta de arranque a frio

Este sistema, também designado por estrangulador, é actualmente o mais utilizado para "ajudar" a por o motor em funcionamento, pois é mais eficaz a baixas temperaturas.



**Figura 5-** Representação do sistema de borboleta para arranque a frio.

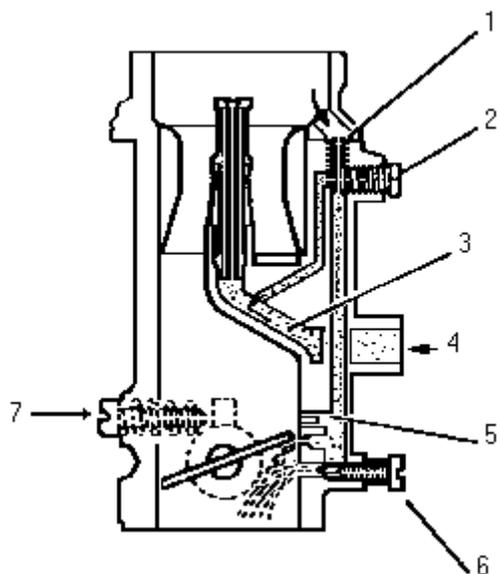
1- Batente do comando da borboleta de arranque a frio 2- Mola para retorno à posição inicial da borboleta de arranque a frio 3- Borboleta de arranque a frio 4- Comando da borboleta de arranque a frio 5- Borboleta do acelerador 6- Ligação entre a borboleta de arranque a frio e a do acelerador. 7- Comando da borboleta do acelerador 8- Comando manual da borboleta de arranque a frio.

Fonte: CEMAGREF (1978)

O enriquecimento da mistura com este sistema baseia-se no fecho da borboleta do ar, que está colocada à entrada do carburador, e cujo comando pode ser manual ou automático. A ligação dos comandos desta borboleta à do acelerador faz com que o fecho daquela conduza à abertura desta, sendo necessário, no entanto, que logo que o motor esteja em condições de funcionar sem utilizar o sistema de arranque a frio que se abra a borboleta deste para evitar um consumo exagerado de combustível e eventualmente o afogamento do motor.

#### 4.2.2- Circuito do mínimo

O circuito do mínimo permite manter o motor em funcionamento tendo a borboleta do acelerador fechada; esta borboleta permite regular o débito da mistura ar - gasolina em função da carga e velocidade do motor.



**Figura 6-** Representação do circuito do ralenti.

1- Calibrador de ar 2- "Gicleur" 3- Circuito de marcha normal 4- Entrada de gasolina 5- By-pass de progressividade 6- Parafuso de regulação da riqueza da mistura do circuito do mínimo 7- Parafuso para regulação da posição da borboleta do acelerador

Fonte: CEMAGREF (1978)

Como se pode observar na figura quando a borboleta de aceleração obstrui a passagem da mistura pelo corpo do carburador, a depressão ao nível do tubo de descarga principal torna-se muito baixa não havendo saída de combustível, pelo que é necessário um circuito paralelo que deixe passar gasolina e ar suficientes para manter o motor em

funcionamento; a borboleta do acelerador, devido a um parafuso de afinação (7), não se fecha completamente, pelo que um pequeno volume de ar atravessa o corpo do carburador.

Neste circuito, em que a saída da gasolina se faz depois da borboleta do acelerador, estando portanto o combustível submetido à aspiração dos cilindros, a quantidade de mistura é regulada por um doseador (6); esta regulação permite limitar mais ou menos a passagem da emulsão da mistura ar - gasolina. Para assegurar a transição progressiva entre o regime do mínimo e o obtido com o circuito principal, os carburadores apresentam um "by-pass" (5) que aumenta a quantidade de mistura que vai para os cilindros e cujos orifícios de saída estão colocados imediatamente antes da borboleta do acelerador.

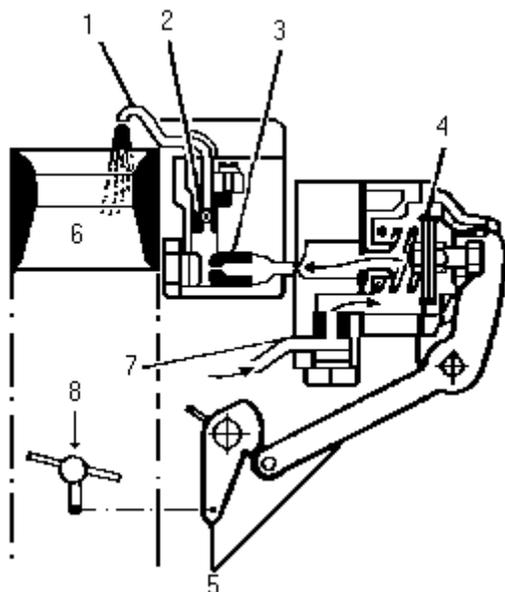
Relativamente à regulação da quantidade de gasolina esta é efetuada por um "gicleur" (2), que, juntamente com o ar que entra por um calibrador de ar (1), mantém o motor a funcionar ao "ralenti"; a regulação da riqueza do "ralenti" é assegurada pelo parafuso, indicado pelo número 6, na figura, que é travado por uma mola.

Assim, a regulação da posição da borboleta do acelerador e do parafuso de regulação da riqueza da mistura (6) do circuito do mínimo permite obter o regime motor indicado pelo fabricante. A acção sobre o parafuso da riqueza da mistura permite obter a dosagem ideal para cada posição da borboleta do acelerador por forma a evitar-se uma mistura demasiado rica que faz com que o motor fique muito acelerado ao "ralenti" e uma mistura pobre que faz com que o motor "vá abaixo" ou tenha um funcionamento muito irregular.

#### 4.2.3- Circuito de reprise

O circuito de reprise permite obter um débito adicional de gasolina por forma a tornar possível as acelerações bruscas.

Este circuito é constituído basicamente por uma bomba de membrana ou êmbolo estando o seu acionamento dependente dos comandos do acelerador; a aspiração de gasolina pela bomba efetua-se durante o fecho da borboleta e a saída quando da abertura desta; o retorno da membrana à sua posição inicial é assegurado por uma mola.



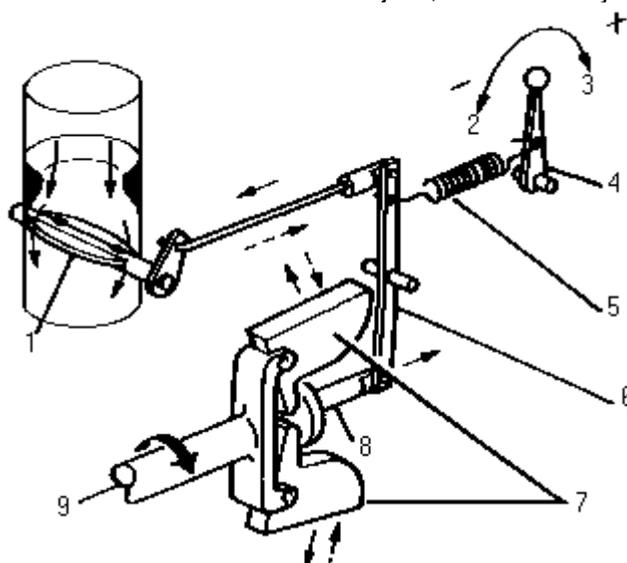
**Figura 7-** Esquema de uma bomba de reprise de membrana.

1- Injetor 2- Válvula de saída de gasolina  
3- Doseador da bomba 4- Membrana 5- Excêntrico e alavanca de comando 6- Bico 7- Válvula de aspiração 8- Borboleta do acelerador.

Fonte: CEMAGREF (1978)

### 5- Os reguladores dos carburadores

Os reguladores existentes nos carburadores têm como objectivo fazer variar o débito da mistura, dentro de determinados limites, em função das variações de carga a que o motor está sujeito, sem intervenção direta do operador.



**Figura 8-** Representação de um regulador centrífugo

1- Borboleta do acelerador 2- Posição de velocidade lenta 3- Posição de velocidade rápida 4- Alavanca do acelerador 5- Mola do regulador 6- Alavanca do regulador 7- Massas 8- Batente 9- Eixo de rotação.

Fonte: Gauthier (1989)

Relativamente à sua constituição inclui duas massas que, quando o motor está em funcionamento, têm movimento de rotação, um sistema de alavancas e batentes para transmissão de movimento à borboleta do acelerador e uma mola cuja tensão é regulada pela alavanca do comando do regulador.

Assim, depois do operador definir a velocidade de rotação, a variação desta faz com que as massas se afastem ou aproximem conforme o regime aumenta ou diminui, sendo esta variação de movimento transmitido por várias alavancas à borboleta do acelerador, que diminui ou aumenta a secção de passagem da mistura, mantendo o regime mais ou menos constante.

## 6- Os carburadores dos pequenos motores

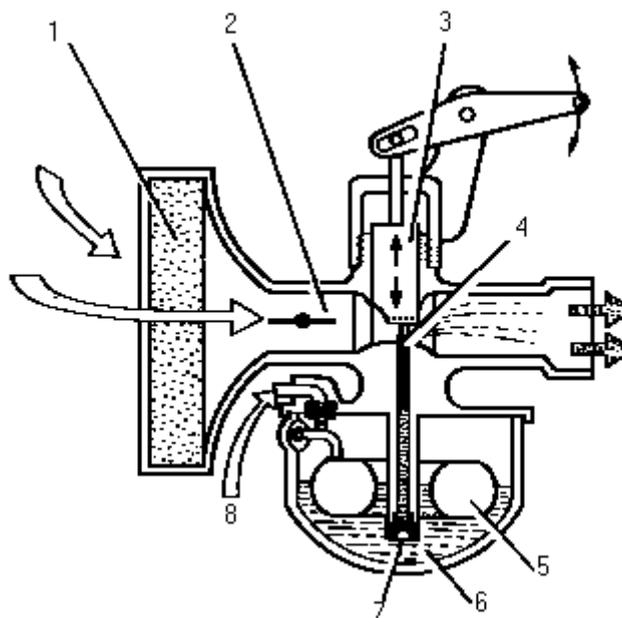
Os carburadores que equipam os motores dos pequenos equipamentos apresentam algumas diferenças relativamente aos veículos motorizados, pois não têm geralmente todos os circuitos descritos em virtude das condições de funcionamento, nomeadamente variações de carga, serem menos frequentes.

Entre os carburadores utilizados nestes equipamentos tem-se:

- os de êmbolo obstruidor e agulha;
- os multiposição.

### 6.1- Os carburadores de êmbolo obstruidor e agulha cónica

Este tipo de carburador, bastante comum nos motores a dois tempos, é constituído por uma cuba de nível constante, um doseador e um êmbolo com agulha.



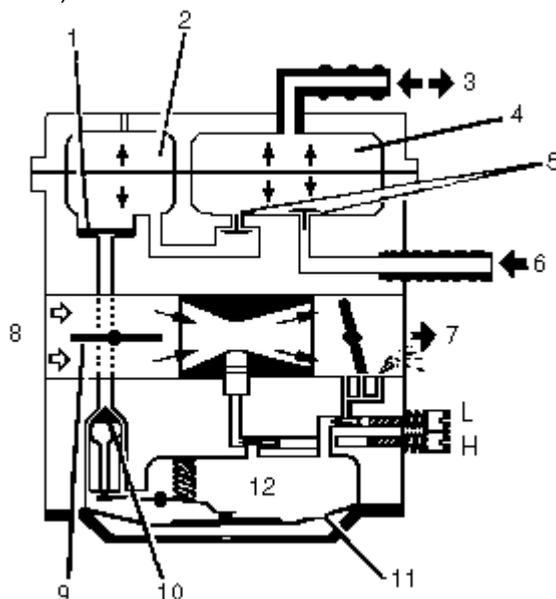
**Figura 9-** Representação de um carburadores de êmbolo obstruidor e agulha cónica  
 1- Filtro de ar 2- Borboleta de arranque a frio 3- Êmbolo 4- Agulha 5- Bóia 6- Cuba 7- Doseador de gasolina 8- Entrada de gasolina  
 Fonte: Gauthier (1989)

Relativamente ao seu funcionamento a deslocação do êmbolo, comandada pelo operador, faz com que a agulha cónica regule a quantidade de gasolina, sendo o volume de ar função da posição do êmbolo que obstrui mais ou menos o corpo do carburador.

### 6.2- Os carburadores multiposição

Os carburadores multiposição, também designados por carburadores de membrana, são muito utilizados em equipamentos agrícolas portáteis, como as motosserras, e são caracterizados por poderem funcionar em qualquer posição. Estes carburadores, que são muito compactos e não apresentam a cuba a nível constante, são constituídos por uma bomba de alimentação

(membrana), uma câmara de amortecimento, uma câmara de dosagem, um circuito de marcha normal e um do mínimo (ralenti).



**Figura 10-** Representação de um carburador membrana

1- Filtro 2- Câmara de amortecimento 3- Carter motor 4- Bomba de alimentação 5- Válvulas 6- Entrada de gasolina 7- Saída de ar + gasolina 8- Entrada de ar 9- Borboleta de arranque a frio 10- Agulha 11- Membrana 12- Câmara de dosagem  
Fonte: Gauthier (1989)

Relativamente à bomba de alimentação ela apresenta uma membrana que está sujeita às pulsações do carter do motor, e cuja deformação provoca a aspiração e saída da gasolina; a aspiração da gasolina do reservatório e a saída para a câmara de amortecimento são controladas por válvulas. A regularização da pressão do combustível da bomba é assegurada pelas deformações da membrana da câmara de amortecimento.

A câmara de dosagem tem uma agulha cujo movimento é comandado por uma membrana e que quando o motor está parado impede a entrada de combustível; existe uma mola que pressiona a agulha contra a entrada de combustível fechando-a. Em movimento, devido à depressão no seu interior, resultante da saída da gasolina, deixa entrar combustível, mantendo-se assim constante a pressão no seu interior; a entrada de gasolina para a câmara de dosagem só se verifica quando há consumo.

No que respeita à regulação nos circuitos de marcha normal (H) e do mínimo (I), a primeira é obtida por uma parafuso de regulação da riqueza da mistura e a segunda é efetuada junto da borboleta do acelerador através de orifícios de progressividade.

## 7- A carburação com o gás de petróleo liquefeito

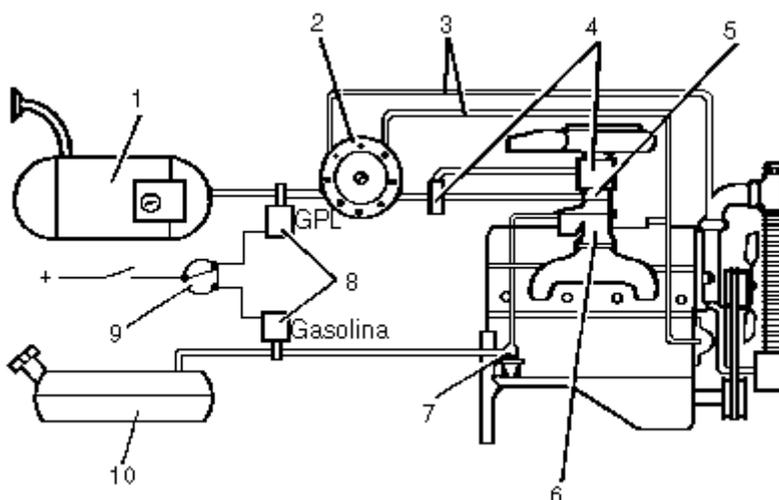
O sistema de alimentação de um motor que utilize gás de petróleo liquefeito (GPL) é constituído por um reservatório, um distribuidor com várias válvula, uma câmara de expansão - vaporização e um misturador.

Relativamente ao reservatório este é geralmente de aço, com uma capacidade que varia entre os 50 e 150 litros, e com uma pressão interior de 4 - 5 bar.

O distribuidor, que se encontra no interior de uma caixa estanque, ventilada, apresenta uma torneira, com válvula anti - retorno, para enchimento do reservatório, uma válvula para saída do gás liquefeito, um indicador de nível com mostrador e um limitador de enchimento (80-85%), comandado por uma bóia, para permitir a dilatação do gás; caso se verifique alguma ruptura nas condutas um limitador de débito evita a saída do gás.

Para além destes elementos existe ainda uma electroválvula de segurança que controla a chegada do gás liquefeito à câmara de expansão - vaporização. Esta serve, como o nome indica, para reduzir a pressão do gás liquefeito que permite a sua passagem à forma de vapor.

O misturador, no caso dos motores que funcionam apenas com GPL, encontra-se colocado no início do colector de admissão, e nos de bicarburação junto do carburador. No primeiro caso o misturador é constituído por uma válvula de esfera que regula a quantidade de mistura e no segundo é directamente acionado pela depressão das condutas de admissão; neste caso um comutador permite mudar o combustível de gasolina para GPL ou vice-versa.



**Figura 11-** Representação de um sistema de alimentação de um motor com bicarburação.  
 1- Reservatório de GPL 2- Câmara de expansão - vaporização 3- Condutas de aquecimento  
 4- Regulador de débito do gás 5- Misturador 6- Carburador 7- Bomba de gasolina  
 8- Electroválvulas 9- Seletor de gasolina - GPL 10- Reservatório de gasolina  
 Fonte: Gauthier (1989)

## 8- A combustão da gasolina e o meio ambiente

A combustão das diferentes formas de energia líquida são um dos principais responsáveis pela poluição atmosférica, pois libertam grandes quantidades de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos parcialmente queimados (HCL), óxidos de azoto (NOx), chumbo (Pb) etc.

Assim, e para contrariar estas emissões, devem-se verificar algumas regras, nomeadamente:

- o melhoramento da estanqueidade dos reservatórios;
- a reciclagem dos vapores do carter no carburador para que a sua combustão seja total;
- ajustar-se o início da ignição às diferentes situações. Diminuir-se, por exemplo, o avanço à ignição durante as desacelerações e ao regime mínimo, para se aumentar a temperatura da câmara de combustão;

- utilização de circuitos no carburador que melhorem a homogeneidade e proporção da mistura;
- melhorar as técnicas de injeção;
- diminuir o teor de chumbo na gasolina;
- utilizar conversores catalíticos nos escapes.

Para além das indicações apresentadas é fundamental que o motor esteja nas melhores condições de funcionamento, ou seja:

- que as condutas de admissão estejam em bom estado;
- que o filtro de ar se encontre limpo;
- que as válvulas estejam afinadas;
- que o sistema de alimentação e ignição funcione corretamente.

## Bibliografia

Barger, E.; Liljedahl, J.; Carleton, W.; Mckibben, E. (1963). Tractors and their power units. London. John Willey & Sons, Inc.

CNEEMA. Fonctionnement et entretien du moteur à essence. CNEEMA

CNEEMA. Livre du maître. (1978). Tracteurs et machines agricoles. Tome. Antony. CNEEMA.

Gauthier, D.; Cedra, C.; Bazin, M.; Louis, D. (1989). Les moteurs à essence. Technologie et fonctionnement des moteurs à allumage commandé. Dicova. CEMAGREF.

Giacosa, D. (1978). Motores endotérmicos. Barcelona. Omega.

Sully, F.; Unstead, P. (1978). Motores de automóvel. Lisboa. Editorial Presença.

Vicente, M. (1971). Carburadores. Lisboa. Edições CETOP.