

OS COMBUSTÍVEIS NA AGRICULTURA

1996

ÍNDICE

Introdução	1
1- Os combustíveis para os motores térmicos	1
1.1- Combustíveis sólidos	1
1.2- Combustíveis gasosos	1
1.2.1- Gases líquidos	1
1.2.2- Gases permanentes	2
1.3- Combustíveis líquidos	2
2- Principais características dos combustíveis	2
2.1- O poder calorífico	2
2.2- O peso específico	3
2.3- O conteúdo em enxofre e acidez	3
2.4- As gomas	3
2.5- A filtrabilidade	4
3- Constituição dos combustíveis derivados dos petróleos.....	4
3.1- Séries parafínicas ou alifáticas	4
3.2- Série olefínica	5
3.3- Série nafténica	5
3.4- Série aromática	5
4- Produção comercial dos combustíveis	5
4.1- Derivados do petróleo bruto	6
4.1.1- A destilação do petróleo bruto	6
4.1.2- Processos complementares	7
4.1.2.1- "Cracking"	7
4.1.2.2- Polimerização	7
4.1.2.3- Hidrogenização	7
4.1.2.4- Alquilação	7
4.2- O fabrico de combustíveis sintéticos	7
4.2.1- Gasolina sintética	8
4.2.2- Outros combustíveis produzidos industrialmente	8
5- A gasolina	8
5.1- Principais características da gasolina	9
5.1.1- A volatilidade e curvas de destilação	9
5.1.2- O fenómeno da detonação	10
5.1.3- Índice de octanas	11
5.1.4- Aditivos antidetonantes	11
5.2- Combustíveis de substituição da gasolina	12

5.2.1- Gases de petróleo liquefeitos (GPL)	12
5.2.2- Os alcoóis	13
6- O gasóleo	13
6.1- Principais características do gasóleo	14
6.1.1- A volatilidade e curvas de destilação	14
6.1.2- A detonação	15
6.1.3- Índice de cetano	16
6.2- Evolução do binómio motor - gasóleo	16
6.3- Principais factores que influenciam o consumo de gasóleo nos tractores	16
6.3.1- Factores dependentes da construção dos motores	16
6.3.2- Factores dependentes da manutenção	17
6.3.3- Factores dependentes da condução	17
6.4- Combustíveis de substituição do gasóleo	18
6.4.1- Óleos vegetais	18
6.4.2- Ésteres de óleos vegetais	19
7- O tratol	20
8- Armazenamento dos combustíveis	20
BIBLIOGRAFIA	21

Introdução

As notas que a seguir se apresentam têm como principal objectivo servirem de apoio ao estudo dos combustíveis para os alunos das disciplinas de Mecanização e Tecnologias Agrícolas. Para aprofundamento do tema devem os mesmos socorrerem-se da vasta bibliografia disponível no Departamento de Agronomia sobre o assunto.

Apenas serão abordados os combustíveis utilizados nos motores térmicos, pois são os que maior importância têm na atividade agrícola, deixando as outras formas de energias para estudo na bibliografia da especialidade.

1- Os combustíveis para os motores térmicos

Os combustíveis para os motores térmicos classificam-se em:

- sólidos;
- gasosos;
- líquidos.

1.1- Combustíveis sólidos

Os combustíveis sólidos não têm aplicação prática, pois as tentativas feitas com o objetivo de os introduzir finamente pulverizados nos motores, conduziram a graves problemas funcionais, tais como, o desgaste e corrosão dos cilindros, colagem das válvulas, etc.. A sua utilização requer que sejam previamente gasificados, através de gasogénios.

1.2- Combustíveis gasosos

Estes combustíveis, que podem ser naturais ou obtidos por gasificação dos combustíveis sólidos, têm um baixo poder calorífico e necessitam de grandes depósitos para serem armazenados, o que limita a sua utilização no sector automobilístico.

A gasificação destes combustíveis pode ser feita de duas formas diferentes:

- gases líquidos;
- gases permanentes.

1.2.1- Gases líquidos

Os gases líquidos são uma mistura de hidrocarbonetos que à temperatura ambiente podem ser liquefeitos a uma pressão relativamente baixa (800 kPa) mas que, quando submetidos à pressão atmosférica, se transformam em gases.

1.2.2- Gases permanentes

Estes gases têm uma utilização muito restrita em motorização, pois necessitam de ser armazenados em botijas especiais a pressões elevadas (20 000 kPa).

1.3- Combustíveis líquidos

Os combustíveis líquidos, obtidos fundamentalmente da refinação do petróleo bruto, para além do benzol e do álcool, são a principal fonte de energia dos motores térmicos.

Os hidrocarbonetos obtidos por refinação podem ser divididos em:

- carburantes;
- petróleos.

A distinção entre estes combustíveis é feita pelas diferentes volatilidades que apresentam, ou seja, pela capacidade que têm de se evaporarem misturando-se homogeneamente com o ar; esta característica verifica-se principalmente nos primeiros.

Assim, os carburantes, em que se inclui a gasolina, o álcool e o benzol, são utilizados em motores de ciclo Otto, ao passo que os petróleos, que compreendem os óleos médios a pesados e os petróleos pesados, são destinados, entre outros fins, aos motores de ciclo Diesel. O petróleo refinado considera-se um produto intermédio entre os carburantes e os petróleos.

2- Principais características dos combustíveis

As principais características dos combustíveis são:

- o poder calorífico;
- o peso específico.
- o conteúdo em enxofre e acidez;
- as gomas;
- a filtrabilidade;

2.1- O poder calorífico

O poder calorífico é o conteúdo em energia do combustível libertado durante a sua oxidação, e que varia conforme a quantidade de carbono e hidrogénio existente; o valor calórico deste último é de $\pm 28\,700$ cal/kg, enquanto o carbono tem ± 8140 cal/kg.

Nesta característica distinguem-se o poder calorífico superior (p.c.s.), que é referido à oxidação do combustível, em excesso de ar, e cujos produtos finais são arrefecidos até à condensação do vapor de água, e o poder calorífico inferior (p.c.i.) que, no mesmo processo, se caracteriza pelo arrefecimento dos produtos da combustão se fazer apenas até ao ponto de ebulição

da água, sem condensação do vapor formado. A diferença entre os seus valores corresponde ao calor de condensação da água formada na combustão.

Nos motores dado que o vapor de água é expulso sem ser condensado interessa principalmente o p.c.i.

2.2- O peso específico

O peso específico dos combustíveis é atualmente utilizado apenas para a sua discriminação comercial, estabelecendo-se, no entanto, valores máximos e mínimos, de forma a evitarem-se modificações ou substituições dos órgãos de alimentação cuja afinação é feita considerando o volume e não o peso, pois a variação deste último implica a alteração do consumo. Os limites máximos para a gasolina são 0.705 a 0.770 kg/dm³ e, para o gasóleo, de 0.840 a 0.890 kg/dm³.

A sua utilização para comparação com outras propriedades como, por exemplo, o índice de octanas, não é elucidativo pois uma gasolina pode ser bastante pesada, por apresentar compostos aromáticos em quantidade e, apesar disto, ser muito boa em relação à sua volatilidade e poder antidetonante; isto deve-se ao facto destas características serem não só dependentes da dimensão das moléculas mas também da sua estrutura.

2.3- O conteúdo em enxofre e acidez

Os destilados pesados podem conter enxofre em teores superiores a 1% existindo, no entanto, limites máximos de tolerância que nos países europeus rondam este valor; em Portugal este limite é de 0.5 % em massa.

A sua presença tem, para além dos inconvenientes da sua expulsão para a atmosfera, um efeito duplamente nocivo no motor:

- pela deposição nas peças com que contacta provocando-lhes um desgaste anormal;
- pela corrosão dos cilindros e êmbolos devido à formação de ácido sulfúrico.

Relativamente a este último aspecto é importante a manutenção de uma temperatura de funcionamento suficientemente elevada do motor para evitar a condensação do ácido. A temperatura é conseguida pela instalação de termóstatos que regulam a temperatura entre os 80 a 90 °C.

2.4- As gomas

As gomas são a fração mais viscosa ou mesmo sólida dos combustíveis, que se podem depositar nas condutas de aspiração, segmentos e outras partes do motor. Assim, foram estabelecidas especificações sobre os seus limites, quer relativamente às gomas atuais quer às potenciais, ou seja, à tendência para constituírem depósitos gomosos durante o armazenamento.

Os componentes que originam as gomas são geralmente hidrocarbonetos não saturados da série olefínica.

2.5- A filtrabilidade

A filtrabilidade consiste em medir o tempo que um dado volume de combustível, sob uma pressão e temperatura determinada, demora a atravessar um filtro. Pode ser utilizada para indicar o grau de separação das parafinas que, a baixas temperaturas, podem depositar-se nos filtros colmatando-os, afetando assim o seu débito.

3- Constituição dos combustíveis derivados dos petróleos

O petróleo bruto é uma mistura de um grande número de hidrocarbonetos, compostos de carbono (86%) e hidrogénio (14%), contendo ainda enxofre, oxigénio, azoto e algumas impurezas como areia e água.

Os hidrocarbonetos distinguem-se uns dos outros pelo número e disposição dos átomos nas moléculas e classificam-se em grandes famílias, ou séries, de acordo com a sua estrutura. A grande variedade de estruturas moleculares dos hidrocarbonetos deve-se a que os átomos de carbono se unem por ligações simples, duplas e ou triplas.

Entre as principais séries de hidrocarbonetos tem-se:

3.1- Série parafínica ou alifática (C_nH_{2n+2})

A estrutura molecular destes hidrocarbonetos, que é geralmente de cadeia simples, tem a valência (4) de cada átomo de carbono completamente preenchida por ligações simples a outros átomos de carbono e hidrogénio.

Quando a estrutura é ramificada, como é o caso do iso-octano (2,2,4-trimetil-pentano), o isómero do octano e do isobutano (metilpropano) e o isómero do butano, os hidrocarbonetos desta série designam-se por isoparafinas. Isómeros são compostos com o mesmo número de átomos, mas de estrutura molecular diferente.

As isoparafinas têm um bom poder antidetonante, melhor que o das parafinas, pois os hidrocarbonetos de cadeia linear detonam fortemente.

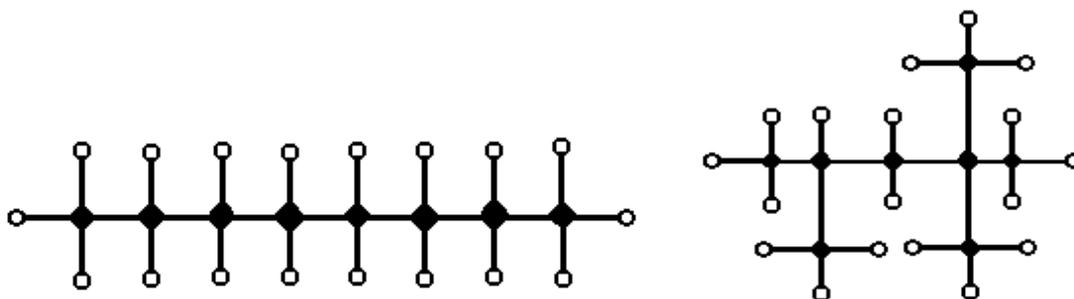


Figura 1- Estrutura molecular do octano e iso-octano (C₈H₁₈)

Fonte: Giacosa (1970)

3.2- Série olefínica (C_nH_{2n})

Os hidrocarbonetos desta série são semelhantes aos anteriores, mas não estão saturados, pois contêm átomos de carbono unidos por ligações duplas, o que os torna menos estáveis.

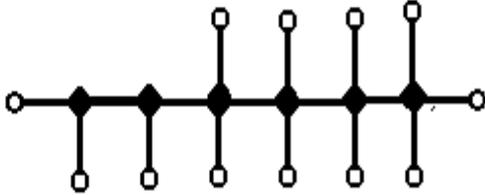


Figura 2- Estrutura molecular do hexeno (C_6H_{12})
Fonte: Giacosa (1970)

A sua estrutura é de cadeia simples, com ligações duplas, como se pode ver na estrutura molecular do hexeno.

3.3- Série nafténica (C_nH_{2n})

A estrutura molecular desta família é fechada estando os hidrocarbonetos saturados o que os torna estáveis. Como exemplo desta família tem-se o ciclo-hexano.

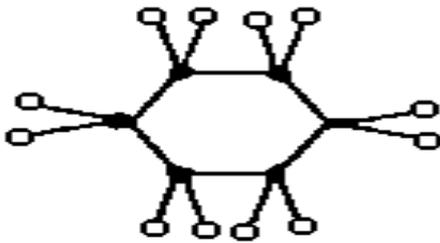


Figura 3- Estrutura molecular do ciclo-hexano (C_6H_{12})
Fonte: Giacosa (1970)

3.4- Série aromática (C_nH_{2n-6})

Esta família tem uma estrutura molecular de cadeia fechada, não saturada, mas bastantes mais estáveis que os hidrocarbonetos de outras séries não saturadas; como exemplo desta série apresenta-se o benzeno.

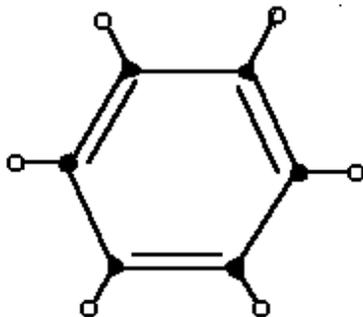


Figura 4- Estrutura molecular do benzeno (C_6H_6)
Fonte: Giacosa (1970)

Em resumo, os combustíveis apresentam-se no estado físico que as características dos hidrocarbonetos que os constituem ordenam, segundo as condições de pressão e temperatura a que estão sujeitos à pressão e temperatura normais, os gasosos são constituídos por hidrocarbonetos das séries parafínica e olefínica de cadeia simples, e os líquidos por hidrocarbonetos de todas as séries com comprimentos das cadeias variáveis, o que condiciona as suas características.

4- A produção comercial dos combustíveis

A produção comercial dos combustíveis para motores pode ser feita utilizando-se quer o petróleo bruto quer por síntese.

4.1- Derivados do petróleo bruto

A composição do crude varia em função da região do globo onde é obtido, pelo que, conforme representado no anexo 1, apresentam diferentes proporções dos componentes. Os petróleos mais leves não satisfazem a procura mundial, pelo que se têm procurado obter combustíveis por processos complementares da destilação.

4.1.1- A destilação do petróleo bruto

A obtenção da gasolina e gasóleo, entre outros, é produzida por destilação fracionada do petróleo bruto. Assim, desta operação, obtém-se:

- gases fixos, essencialmente butano;
- gases condensáveis, butano e propano;
- gasolinas diversas utilizadas quer para carburação quer na indústria:
 - gasolina de avião, destilando abaixo dos 150 °C;
 - gasolina normal, destilando abaixo dos 200-210 °C;
 - gasolina A, destilando entre os 40 e 100 °C, para laboratórios, colas e lâmpadas dos mineiros;
 - gasolina B, destilando entre 60 e 80 °C, para extração dos materiais gordos por difusão;
 - gasolina C, destilando entre os 70 e 100 °C, para colas e borrachas;
 - gasolina D, destilando entre 95 e 103 °C, para desidratação dos álcoois;
 - gasolina E, destilando entre 100 e 130 °C, para vulcanização, tintas e heliogravuras;
 - gasolina F, destilando entre 100 e 160 °C, para borrachas e pneus;
 - gasolina G, destilando entre 30 e 75 °C, para laboratórios e produtos diversos;
 - gasolina H, ou gasolina normal, sem chumbo, para os bicos de soldar;
- "White-spirit", destilando entre 140 e 225 °C;
- petróleo de iluminação, destilando entre 200 e 300 °C;
- carburantes para reactores, destilando à volta dos 250 °C;
- gasóleo, destilando entre 240 e 360 °C;
- óleos lubrificantes e eletrotécnicos (destinados aos transformadores);
- óleos combustíveis, fuel pesado nº1 e nº2;
- pez ou alcatrão de petróleo;
- coque de petróleo;
- betumes;
- parafinas;
- produtos químicos diversos.

Fonte C.N.E.E.M.A.

4.1.2- Processos complementares

A percentagem de gasolina bruta que se obtém dos petróleos é $\pm 25\%$, o que é insuficiente para as necessidades mundiais, pelo que se recorre a tratamentos térmicos e termo catalíticos, para se aumentar essa proporção. Entre estes processos tem-se:

4.1.2.1- "Cracking"

Este tratamento consiste no fracionamento das moléculas dos hidrocarbonetos pouco voláteis, mediante a utilização de temperaturas e pressões elevadas, com ou sem catalisadores.

4.1.2.2- Polimerização

Este processo permite que os gases que se formam no processo anterior, e que são constituídos por uma mistura de hidrocarbonetos parafínicos e olefínicos, com 1 a 4 átomos de carbono por molécula, possam reagir entre si formando polímeros.

4.1.2.3- Hidrogenização

A hidrogenização permite aumentar a quantidade de hidrogénio dos hidrocarbonetos e consiste em por em contacto os resíduos das destilações com este gás, em presença de catalisadores.

4.1.2.4- Alquilação

A alquilação, que é um processo idêntico aos anteriores, pois permite obter produtos semelhantes, baseia-se, essencialmente, na condensação dos hidrocarbonetos das séries olefínicas, parafínicas ou aromáticas, com hidrocarbonetos ligeiros e produtos de alto peso molecular, resultando um líquido de elevado poder antidetonante.

Exemplo:

Isobutano + Isobuteno = Iso-octano

$C_4H_{10} + C_4H_8 = C_8H_{16}$

4.2- O fabrico de combustíveis sintéticos

O fabrico de combustíveis sintéticos teve início à algumas décadas, por dificuldades no abastecimento de petróleo, tendo posteriormente sido abandonado devido aos altos custos envolvidos. Nos últimos tempos, a procura de energias alternativas tem conduzido a novos estudos para fazer face a eventuais problema de abastecimento futuro.

4.2.1- Gasolina sintética

A gasolina sintética é formada por hidrocarbonetos resultantes da combinação direta do carbono com o hidrogénio.

Este processo de fabrico foi iniciado durante a segunda guerra mundial com a hidrogenização do carvão, lenhite e alcatrão. O combustível pulverizado punha-se em suspensão em óleo, para ser facilmente aspirado por bombas, e injetado, juntamente com o hidrogénio, em torres catalíticas.

Utilizando altas pressões e temperaturas e com o auxílio de um catalizador, provocava-se a cisão das moléculas de carbono e hidrogénio, obtendo-se moléculas compostas por estes dois elementos.

A destilação fracionada destes produtos permitia obter uma primeira quantidade de gasolina, sendo o restante hidrogenado com o mesmo objetivo.

Um outro processo para fabrico da gasolina sintética consiste em gasificar o coque em presença de vapor de água, obtendo-se, assim, uma mistura de óxido de carbono, que depois de depurado é introduzido numa torre de reação. O gás sintético assim obtido é, em presença de um catalizador, transformado em hidrocarbonetos gasosos, que se separam em várias frações de combustível liquefeito.

4.2.2- Outros combustíveis produzidos industrialmente

Dos restantes combustíveis sintéticos salientam-se os seguintes:

- o benzol, que se obtém do alcatrão do carvão fóssil, e que é composto de grandes moléculas, ricas em carbono, com várias quantidades de hidrogénio, oxigénio, azoto e enxofre;
- o iso-octano, que se obtém por hidrogenização do di-isobutileno (C_8H_{16}), e que é obtido por polimerização do isobutileno (C_4H_8);
- o álcool etílico (etanol), produzido a partir do amido (batata) ou de açúcares (beterraba), pode também ser obtido por síntese;
- o álcool metílico (metanol);
- os gases liquefeitos;
- os gases permanentes.

5- A gasolina

A gasolina é formada por hidrocarbonetos de todas as séries, mas de peso molecular pouco elevado, variando as suas características em função dessas proporções

5.1- Principais características da gasolina

De entre principais características da gasolina destacam-se as seguintes:

- a volatilidade e curvas de destilação;
- o fenómeno da detonação;
- o índice de octanas;
- os aditivos antidetonantes.

5.1.1- A volatilidade e curvas de destilação

A gasolina, sendo uma mistura de hidrocarbonetos com volatilidades muito diferentes, apresenta pontos de ebulição crescentes, conforme os hidrocarbonetos mais voláteis se vão evaporando. Assim, este combustível começa a ferver aos 35 °C, mas, à medida que a mistura se destila, o seu ponto de ebulição eleva-se, até atingir os 200 °C no fim da destilação.

A relação entre o aumento de temperatura e a percentagem de gasolina que se vai evaporando permite traçar o gráfico da sua curva de destilação; estas curvas caracterizam os diferentes combustíveis líquidos.

A importância das curvas de destilação advém do facto de a gasolina ter de assegurar o funcionamento do motor tanto a quente como a frio. Como apenas uma pequena parte do combustível é vaporizada, é necessário um volume bastante elevado para que essa percentagem seja suficiente para fazer funcionar o motor a frio. A parte do combustível não volatilizada deposita-se sob a forma de pequenas partículas no coletor de admissão ou cilindro, acabando por serem apenas queimadas na sua periferia, formando depósitos carbonosos, ou escoar-se para o cárter provocando a diluição do óleo.

Representando estas curvas, tem-se:

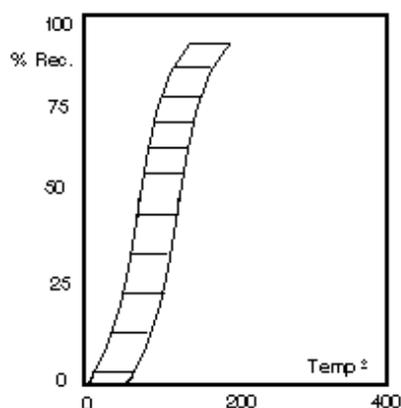


Figura 5- Curva de destilação da gasolina
Fonte: Giacosa (1970)

materiais utilizados na construção dos motores.

A vaporização deficiente da gasolina conduz a um enchimento irregular dos cilindros, podendo mesmo alguns serem alimentados com combustível na forma líquida.

Do exposto, há todo o interesse em que a gasolina se vaporize à temperatura mais baixa possível, podendo, no entanto, nesta situação, formarem-se no coletor de admissão e mesmo no carburador, bolhas de vapor que impedem o fluxo de combustível.

Relativamente ao funcionamento com o motor a quente quanto mais elevada for a sua temperatura, maior será o aproveitamento do combustível; esta temperatura é limitada pelos

5.1.2- O fenómeno da detonação

Para que um motor a gasolina funcione corretamente é preciso que no momento da combustão da mistura ar-gasolina, fim da compressão, não se dê uma explosão brutal, mas uma subida progressiva da pressão, proporcional à velocidade de rotação do motor.

No caso de haver explosão ao iniciar-se a combustão do fluido, esta propaga-se a toda a massa gasosa, sendo o fluido mais distante do ponto onde se iniciou a inflamação, fortemente comprimido, desencadeando-se a sua autoinflamação, o que provoca o choque das duas ondas explosivas. A velocidade média de deslocação do êmbolo é de 10-20 m/s devendo, portanto, a velocidade de combustão ser um pouco superior; na detonação esta velocidade pode atingir os 2000 m/s.

Entre os principais fatores que favorecem a detonação tem-se:

- excesso de carga;
- excessiva antecipação à ignição;
- relação ar-combustível não adequada ao regime;
- temperaturas muito elevadas;
- altas taxas de compressão;
- características do combustível.

Assim o fenómeno da detonação dá-se mais facilmente quando o motor gira lentamente, sujeito a grandes esforços e com taxas de compressão elevadas, ou seja, depende das características do motor (taxa de compressão), das condições de utilização (variação de carga), mas, fundamentalmente, das características dos combustíveis.

As principais consequências que resultam deste fenómeno são:

- mau rendimento do motor;
- elevação da temperatura de funcionamento;
- barulho característico (o motor bate).

O perigo da detonação pode ser diminuído mediante a construção apropriado do motor, para o que câmara de combustão deve ser concebida atendendo ao seguinte:

- para um determinado volume a superfície das paredes deve ser o menor possível;
- a vela deve encontrar-se numa posição central;
- a mistura ar-combustível, no momento da combustão, deve ter movimento turbilhonar;
- introdução de áreas de extinção nas zonas mais distantes das velas conseguindo-se o duplo efeito de arrefecimento da mistura gasosa e a criação de rápida turbulência.

Além destes aspetos é de considerar ainda:

- a redução da temperatura dos pontos mais quentes, não sujeitos a arrefecimento direto, promovendo a circulação de água pela parte exterior das sedes das válvulas de escape e das velas de ignição;
- camisas de refrigeração expostas à combustão do fluido (camisas húmidas);
- altos regimes.

5.1.3- Índice de octanas

A determinação do valor antidetonante de um carburante é feito por comparação com uma mistura de dois hidrocarbonetos, n-heptano e iso-octano. O primeiro apresenta um valor antidetonante muito baixo, que se considera como 0, e o segundo um valor alto, que se considera como 100.

Assim, combinando estes hidrocarbonetos em proporções adequadas, é possível compor uma mistura que, do ponto de vista da detonação, se comporte da mesma forma que o combustível a testar. Por exemplo, quando este tem o mesmo comportamento que uma mistura de 80 % de iso-octano e 20 % de n-heptano, diz-se que tem um índice de octanas de 80.

Quanto mais alto for o índice de octanas (os seus valores, para a gasolina normal e super, rondam os 85 e 98 respetivamente) maior é a capacidade do carburante resistir à detonação e, portanto, mais alta pode ser a taxa de compressão do motor. Como a potência e o consumo específico dependem, entre outros, dessa relação, pode-se afirmar que a taxa de compressão depende do índice de octanas do carburante.

A resistência à detonação também é favorecida por uma estrutura complexa das moléculas dos hidrocarbonetos, nomeadamente as de cadeia fechada e ligações duplas, e diminui ao crescer o comprimento daquelas. Assim, a resistência à detonação é máxima para os hidrocarbonetos aromáticos, diminuindo sucessivamente para os nafténicos, olefínicos e parafínicos pelo que a sua proporção condiciona o poder antidetonante.

5.1.4- Aditivos antidetonantes

Os aditivos antidetonantes tem como objetivo aumentar o índice de octanas dos carburantes.

O aditivo mais comum é o tetraetilo de chumbo $(C_2H_5)_4Pb$, que pode ser utilizado em soluções cuja temperatura chegue aos 200 °C.

Entre os principais inconvenientes deste produto salienta-se:

- a formação de depósitos de óxido de chumbo que atuam como corrosivos sobre as paredes dos cilindros, dos êmbolos e, sobretudo, nos pontos submetidos a grandes aquecimentos, como sejam as válvulas e suas sedes, os elétrodos das velas, etc.;
- a toxicidade dos vapores resultantes da sua combustão.

O primeiro destes inconvenientes pode ser atenuado misturando o tetraetilo de chumbo (PbEt_4) com cloro ou dibromo de etilo ($\text{Br}_2\text{C}_2\text{H}_4$), que, durante a combustão se mistura com o óxido de chumbo para formar brometo de chumbo, que é volátil e se expulsa pelo escape; esta mistura designa-se por fluido etilo.

Como forma de diminuir o perigo da corrosão limitaram-se os valores máximos de utilização de tetraetilo de chumbo nos carburantes em 0.2 a 0.6 % do volume deste.

5.2- Combustíveis de substituição da gasolina

A crescente procura de gasolina tem conduzido à procura de combustíveis que a possam substituir, destacando-se os gases de petróleos liquefeitos (GPL) e os álcoois.

5.2.1- Gases de petróleo liquefeitos (GPL)

Os GPL são constituídos essencialmente por hidrocarbonetos da série dos alcanos, que à temperatura ambiente são gases, mas que se liquefazem a pressões relativamente baixas; como exemplo tem-se o propano e butano além de, em muito menores quantidades, o isobutano, o pentano, o propileno e o butileno.

Estes gases liquefeitos podem ser obtidos:

- do petróleo bruto, por separação dos gases residuais, ou por "cracking" dos hidrocarbonetos mais complexos;
- do gás natural, por separação do metano, seu constituinte principal.

Como se depreende da sua estrutura o propano tem uma tensão de vapor mais elevada (7.5 bar a 15 °C) que o butano (1.7 bar a 15 °C) e temperatura de vaporização mais baixa, -44 °C e 0.5 °C, respetivamente, à pressão atmosférica.

Não sendo corrosivos para o aço têm, no entanto, o inconveniente de dissolver a borracha natural.

O seu poder calorífico, por unidade de massa, é muito elevado, o que permite, logo que altamente comprimidos, armazenar grandes quantidades de energia em pequenos volumes, pois tem uma baixa massa volúmica. Estes combustíveis são armazenados em garrafas ou cisternas coexistindo as fases líquidas e gasosa em equilíbrio dinâmico.

A utilização mais comum processa-se por vaporização natural ou, quando o calor ambiente é insuficiente, artificialmente através de vaporizadores aquecidos por resistências elétricas ou água quente.

Na agricultura são já bastante utilizados em:

- desidratação de produtos com alto teor de humidade, ou com grande valor económico;

- aquecimento de estufas e instalações para animais;
- destilação de vinhos, para a produção de aguardente de alta qualidade.

Embora menos regularmente são também utilizados em pré-fenação e desfolhação de culturas antes da colheita, assim como na proteção contra as geadas.

A utilização em motores térmicos de bicarburação, funcionando opcionalmente a gás ou gasolina, e em que existem os dois sistemas de alimentação, faz-se mediante a mistura prévia dos dois hidrocarbonetos com mais 19 % de butano e menos de 50% de propano, designando-se, neste caso, por GPL-C. Este combustível tem como vantagens principais:

- menores custos, principalmente devido às taxas aplicadas;
- melhor homogeneidade da mistura gasosa e distribuição no motor;
- combustão completa da mistura, que prolonga a duração do óleo de lubrificação, velas e panela de escape;
- produção de apenas 14 % de CO₂, sem derivados de chumbo e enxofre, o que os recomenda para armazéns e indústrias agroalimentares;
- redução dos agentes poluentes CO e NO_x em 30 e 20 % respetivamente, em relação à gasolina super;
- alto índice de octanas (100).

A montagem deste sistema obriga à verificação mais regular de diversos constituintes para uma utilização mais segura.

5.2.2- Os álcoois

Os álcoois, com uma composição semelhante aos hidrocarbonetos, mas contendo nas suas moléculas átomos de oxigénio, tem também um bom poder antidetonante mas fraco poder calorífico.

Estes, quer sejam alifáticos ou aromáticos, são utilizados nos motores de ciclo Otto, isoladamente ou em misturas com a gasolina, especialmente o álcool metílico CH₃-OH e o etílico C₂H₅-OH.

O benzol, que é um subproduto do carvão, é constituído principalmente por benzeno (C₆ H₆) tendo um bom poder antidetonante, mas fraco poder calorífico.

6- O gasóleo

O gasóleo recebeu, quando da aparição dos primeiros motores Diesel, o nome da sua principal utilização, que era a produção de gás de cidade (gas-oil).

A partir de certa altura, e apesar de ser um produto secundário da produção da gasolina, começou a ser utilizado nos motores Diesel. A partir da década de 40, a enorme evolução dos motores, obrigou a novos processos de produção pois a sua oferta começou-se a revelar insuficiente.

6.1- Principais características do gasóleo

Entre as principais características destacam-se as seguintes:

- volatilidade e curvas de destilação;
- a detonação;

6.1.1- A volatilidade e curvas de destilação

Como se pode constatar na figura nº 6 o gasóleo tem um intervalo de temperaturas de destilação muito largo, resultante do grande número de hidrocarbonetos, que podem ultrapassar os 200; a forma desta curva traduz a proporção de hidrocarbonetos existentes em relação à sua volatilidade.

Para o gasóleo esta característica tem bastante menos interesse que para a gasolina, sendo, no entanto, de considerar a percentagem volatilizada às temperaturas mais baixas, que, quando insuficiente, poderá ocasionar dificuldades no arranque, assim como a produção de fumos brancos.

Relativamente às temperaturas próximas do final da destilação, quando muito elevadas, podem conduzir à obtenção de hidrocarbonetos pesados e viscosos, que podem entupir os bicos injetores, provocar a emissão de fumos e partículas, assim como a diluição do lubrificante.

Assim, sendo o gasóleo um destilado destinado principalmente a motores diesel rápidos, deve ser tanto mais "leve" quanto mais exigente for o motor a que se destine, mais altos os regimes e mais baixa a taxa de compressão.

Nalguns países, nomeadamente a França, existe o designado gasóleo doméstico, utilizado em caldeiras de aquecimento e tratores agrícolas, que difere do gasóleo utilizado nos restantes veículos, pela inclusão de aditivos (difenilamina e furfuro) que lhe dão outra cor e odor aos gases de escape a fim de facilitar a fiscalização da sua utilização indevida, dado ser isento de certas taxas aplicadas aos outros sectores.

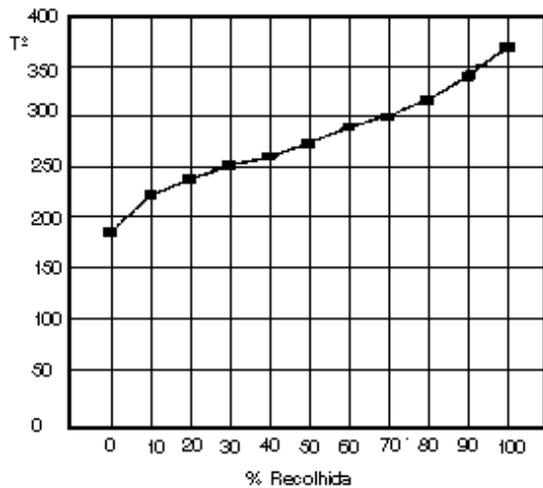


Figura 6- Curva de destilação do gasóleo
 Fonte: Giacosa (1970)

6.1.2- A detonação

Nos motores de combustão por compressão existe um intervalo de tempo desde que começa a injeção até ao início da combustão, que se designa por atraso à inflamação; quanto maior for este atraso maior é a quantidade de combustível que se acumula na câmara de combustão, fazendo com que esta se dê muito rapidamente, provocando um acréscimo

brusco de pressão, que poderá dar origem a fenómenos de detonação. Este atraso é também o responsável pelas dificuldades no arranque a frio, combustão deficiente, maior nível de emissões, perda de potência e maior consumo.

Durante e depois do atraso à inflamação o injetor continua a introduzir gasóleo em pequenas gotículas que, antes de se vaporizarem, entram em contacto com os gases de combustão, o que provoca a sua inflamação, originando o barulho característico dos motores de ciclo Diesel.

Assim, e como forma de diminuir os riscos da detonação, devem-se utilizar gasóleos que sejam facilmente inflamáveis, ou seja, que tenham uma percentagem grande de hidrocarbonetos das séries parafínicas e olefínicas, apresentando, portanto, características contrárias às da gasolina. No entanto, uma facilidade de ignição elevada pode antecipá-la excessivamente com esgotamento prematuro do oxigénio antes da injeção total do gasóleo levando à sua combustão deficiente.

Os motores a gasóleo têm uma relação ar / combustível de $\pm 20 / 1$, afim de disporem de uma reserva de oxigénio suficiente para compensar a homogeneização imperfeita da mistura que se realiza praticamente ao mesmo tempo que a combustão.

Como no caso da gasolina a redução da detonação pode ser feita quer atuando na construção, manutenção, funcionamento do motor e qualidade do combustível, mas por processos opostos. Assim, relativamente a estes motores procura-se:

- boa pulverização do combustível;
- boa alimentação de ar;
- alta compressão;
- baixos regimes;
- elevação da temperatura de funcionamento do motor;
- grande turbulência;
- cargas elevadas;
- respeitar o ponto de injeção definido pelo construtor.

Quanto à qualidade do gasóleo, o poder antidetonante ou facilidade de ignição é melhorado por processamento, modificando a estrutura dos seus constituintes ou pela inclusão de aditivos, como, por exemplo, acetaldeído, nitrato de amilo, nitrito de etilo e outros.

6.1.3- Índice de cetano

A determinação da facilidade de combustão é feita por comparação com um combustíveis de referência e é expressa pelo índice de cetano (C₁₆H₃₅), que é um hidrocarboneto da série parafínica, com ótima facilidade de ignição, e ao qual se atribui o valor de 100. Esta mistura resulta deste hidrocarboneto e do alfa-metilnaftaleno, ao qual se atribui o valor 0, pela grande dificuldade que tem em se oxidar; a medição deste índice é semelhante à utilizada para a gasolina.

O gasóleo tem normalmente um índice de cetano compreendido entre os 50 e 70.

6.2- Evolução do binómio motor - gasóleo

No passado procurou-se uma maior pulverização do gasóleo através de orifícios mais estreitos e numerosos nos bicos dos injetores e maiores pressões de injeção, criando, desta forma, grandes esforços nesse sistema, assim como riscos de entupimento, tornando os motores muito exigentes em manutenção.

Atualmente investiga-se o aumento de turbulência de forma a compensar uma menor pulverização do gasóleo, assim como a evolução qualitativa deste, para fazer face às modificações introduzidas nos motores e aos limites mais baixos dos níveis de emissões tolerados.

Estas emissões, excetuando as partículas, têm sido consideradas baixas face aos motores a gasolina, razão pela qual, na Europa, apenas se controla a emissão de fumos em plena carga, estando, no entanto, a ser estudados limites para a emissão dessas partículas.

Neste aspecto, para além da manutenção do sistema de injeção em boas condições, é necessário a utilização de aditivos adequados e de um gasóleo de boa qualidade, para obtenção de um motor "limpo"; este deverá ser assim fruto da colaboração entre construtores e refinadores.

6.3- Principais fatores que influenciam o consumo de gasóleo nos tratores

Entre os principais fatores que influenciam o consumo do gasóleo tem-se:

6.3.1- Fatores dependentes da construção dos motores

Os consumos de gasóleo nos motores dependem diretamente da sua pulverização, da alimentação em ar, da conceção das câmaras de combustão e outros.

Relativamente ao primeiro tem-se verificado uma evolução no sentido da injeção direta (DI), com pressões elevadas, o que permite maiores economias de combustível; este tipo de injeção é utilizada em tratores, veículos de grande capacidade de transporte e outras máquinas. A injeção

indireta (IDI) é utilizada principalmente em automóveis ligeiros, onde as "performances", a suavidade de funcionamento e controlo de emissões são importantes.

A alimentação em ar, melhorada pela utilização de sistemas de sobrealimentação, especialmente turbocompressores, permite aumentar as taxas de enchimento dos cilindros e, conseqüentemente, o débito do gasóleo, o que conduz, relativamente aos motores aspirados de igual cilindrada, às seguintes vantagens:

- aumentos de binário, devido à maior pressão média sobre os êmbolos;
- melhor rendimento energético, devido à maior compressão obtida e recuperação de parte da energia dos gases de escape, que é utilizada para vencer as perdas de carga do circuito de alimentação e compressão do ar.

6.3.2- Fatores dependentes da manutenção

Além do desgaste normal e contínuo que em certos elementos do motor concorrem para o aumento do consumo, relativamente ao original, existem diferentes situações que se devem evitar para contrariar estes aumentos, como sejam:

- a obstrução do filtro de ar, que pode multiplicar a perda de carga, reduzindo substancialmente a taxa de enchimento dos cilindros e, conseqüentemente, o rendimento energético;
- desregulação da injeção e distribuição, que ocorre normalmente depois de 1000 a 1200 horas de utilização, devendo-se por isso proceder às necessárias afinações;
- má filtração do gasóleo, que deve ser evitada por uma observação regular do sistema de alimentação, procedendo-se, sempre que necessário, à remoção dos sedimentos retidos na cuba de decantação e à substituição dos filtros em função das indicações do construtor e das impurezas contidas no combustível.
- aquecimento excessivo, que diminui o enchimento de ar dos cilindros e estanquidade dos segmentos de compressão, aumentando também o desgaste do motor.

6.3.3- Fatores dependentes da condução

Os maiores consumos específicos são obtidos nos regimes mais elevados e às cargas mais baixas, podendo ultrapassar os 400 g/kW.h, enquanto os mais baixos são obtidos a um regime próximo do correspondente ao binário máximo e às cargas mais elevadas, podendo ser inferiores a 220 g/kW.h. Sempre que a carga do motor diminui o regime não deve ser reduzido para valores tão baixos que conduzam a vibrações, que provocam desregulações e desgastes.

Quando há suficiente liberdade de escolha de regime do motor e velocidade de avanço, deve-se trabalhar com a relação de transmissão que solicite carga suficientemente elevada, num regime

superior ao binário máximo (entre 70 e 80 % do regime máximo), sem prejuízo da reserva de binário que o tipo de trabalho exija, não se justificando frequentes mudanças das relações de transmissão.

A escolha das alfaías deve ser feita também considerando a solicitação de elevada carga ao motor quer por escolha de equipamentos de maior rendimento em trabalho quer de equipamentos combinados.

Hoje em dia são muitos os tratores, de grande potência, que possuem indicadores eletrônicos dos consumos e velocidades de avanço, para a escolha da relação de transmissão mais económica, ou, em casos mais aperfeiçoados, o regime e a relação de transmissão adequados ao consumo mínimo para uma dada velocidade de avanço.

6.4- Combustíveis de substituição do gasóleo

Os óleos vegetais e seus derivados (ésteres) são os combustíveis de substituição que melhor se prestam ao uso nos motores de ciclo Diesel. Entre estes tem-se:

6.4.1- Óleos vegetais

As características físicas de alguns óleos (ponto de turvação e viscosidade) em certas condições limites de temperatura, para possibilitar a sua injeção, requerem um aquecimento prévio, diluição em gasóleo ou modificação do sistema de alimentação.

Nestes combustíveis, embora a capacidade calorífica por unidade de massa seja bastante inferior à do gasóleo, a volúmica é-o apenas em 5-6%, pelo que, com a regulação de injeção efetuada volumetricamente, haverá perdas de potência moderadas.

O IC que os caracteriza dá-os como utilizáveis em motores rústicos, mas insatisfatórios para motores mais exigentes.

Ensaio em motores "limpos" (nas primeiras horas de funcionamento) com estes combustíveis, mostraram potências semelhantes às do gasóleo pois a pequena diferença da capacidade calorífica é compensada pelo maior débito de injeção, possível pela viscosidade mais elevada. Têm como principal vantagem a produção de menos fumos negros que o gasóleo mas maiores quantidade de CO e NO_x; a emissão de aldeídos em maiores quantidades dá aos gases de escape um odor característico.

Para funcionamento contínuo os óleos vegetais podem ser utilizados em motores de pré-câmara durante centenas de horas. Pelo contrário, nos motores de injeção direta, todos os óleos vegetais conduzem a diminuições da potência e rendimento, seja qual for o seu grau de purificação. Isto deve-se à acumulação de depósitos carbonosos nos bicos injetores e contornos das câmaras de combustão, levando à queima parcial dos combustíveis e diluição do lubrificante pelo escorrimento da fração não queimada.

Quadro 1- Características dos óleos vegetais e do gasóleo

Propriedades físicas	Palma	Amendoim	Soja	Gasóleo
Ponto de turvação °C	31,0	19,0	-13	-1
Viscosidade a 37,8°C(cSt)	36,8	41,2	36,8	2,0-4,3
p.c.i.(kJ/l)	-	33525	33955	35840
I.C.	38-40	39-41	36-39	48

Fonte: CEMAGREF, BTMEA nº30

6.4.2- Ésteres de óleos vegetais

Os ésteres utilizados como combustíveis obtêm-se por um processo de transesterificação dos ácidos gordos contidos nos óleos vegetais.

O álcool geralmente utilizado é o metanol que, com óleos pouco ácidos, concorre para uma economia de energia na esterificação (processo Esterfip 1).

Quadro 2- Características do óleo de colza, do éster metílico correspondente e do gasóleo

Características	Óleo de colza	Éster	Gasóleo
Densidade a 20 °C	0,916	0,880	0,835
Viscosidade a 20°C (cSt)	77,8	7,52	5,1
I.C.	36	48,7	50
p.c.i.(kJ/l)	34300	33175	35350

Fonte: CEMAGREF, BTMEA nº30

Assim produzidos, estes ésteres tem permitido a sua utilização durante períodos superiores a 1000 horas, com a manutenção quase completa das "performances" originais do motor, assim como, um engorduramento dos injetores e diluição do lubrificante pouco significativos, comparáveis aos obtidos com a utilização do gasóleo.

O seu emprego pode ter interesse em misturas com o gasóleo.

7- O tratol

A utilização deste combustível tem vindo a decrescer significativamente desde 1960, sendo substituído pelo gasóleo. As principais diferenças entre este combustível e a gasolina são:

- a maior dificuldade em se vaporizar. A gasolina sai do carburador finamente pulverizada, queimando-se facilmente, enquanto o tratol necessita ser previamente aquecido para ser vaporizado;
- o menor índice de octanas, o que não permite utilizar taxas de compressão tão altas.

Em relação aos consumos, considerando a mesma potência, a utilização de tratol conduz a consumos inferiores em 6-10 % aos da gasolina, mas a potência desenvolvida diminui na mesma proporção pelo que o consumo final é idêntico; estes valores dependem do índice de octanas da gasolina.

Relativamente à sua utilização atual ele é utilizado em equipamentos onde é possível dispor de dois reservatórios, pois o arranque do motor tem de ser feito com gasolina, e só depois de quente é que é possível a sua utilização.

Como os equipamentos que podem funcionar com tratol dispõem, normalmente, apenas de um carburador convém, antes de terminar o trabalho, abrir o reservatório da gasolina para que a cuba se encha, facilitando assim o arranque seguinte; caso não se proceda a esta operação é necessário retirar o tratol da cuba e enchê-la com gasolina antes de começar novo trabalho.

8- Armazenamento dos combustíveis

Nas explorações agrícolas, em que o acesso às bombas de combustível é mais demorado, torna-se necessário proceder ao armazenamento dos combustíveis.

Assim, apresentam-se alguns cuidados a observar para o armazenamento do gasóleo, tais como:

- repouso de algumas semanas entre o armazenamento e a utilização possibilitando a sua decantação, para o que se deve dispor de dois depósitos;
- reduzir as manipulações ao mínimo;
- minimizar as trocas de ar com o exterior dos depósitos causadas por variações de temperaturas, pelo que se aconselha enterrar os depósitos ou isolá-los termicamente. No caso particular de tambores, estes devem ser colocados sob coberto com baixa amplitude térmica;
- o respiro deve ter um tubo em forma de bengala com filtro incluído;
- o fundo do depósito deve ter uma inclinação mínima de 5% e estar munido de uma cuba de decantação;
- manter um nível mínimo, de forma a não arrastar os sedimentos depositados.

BIBLIOGRAFIA

B.P.(1989). L'Utilisation des GPL en Agriculture, N°152. Courbevoie. B.P.

B.P.(1987). L'Entretien et l'utilisation économique du tracteur, N°147. Courbevoie. B.P..

B.P.(1980). Utilisation économique du tracteur, N°131. Courbevoie. B.P.

Cédra, C.(1992). Les tracteurs agricoles.Antony. CEMAGREF.

CEMAGREF(1986) Livre du maître. Tracteurs et Machines Agricoles. 6ème Édition. Antony.
CEMAGREF.

CEMAGREF (1988). Bulletin Technique du Machinisme et de l'Équipement Agricoles, N° 30. Antony.
CEMAGREF.

Giacosa,D. (1970). Motores Endotermicos. 3ªEdicion. HOEPLI. Barcelona.

Mobil. (1978). Sistemas Hidráulicos de Máquinas Industriais, N° 5. Lisboa. Mobil.

Mobil (1982) O Automóvel, N°6. Lisboa. Mobil.

Richey, C.B.(1961) Agricultural Engineers' Handbook. New York. McGRAW-HILL BOOK COMPANY.

Seita,J.F. (1984) Introdução à Nomenclatura da Química Orgânica. IUTAD.

Shell Portuguesa SA (1990) Qualidade do gasóleo como factor de economia de energia. Shell.