CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

DIRETORIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE EMISSÕES DE VEÍCULOS

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA
AV. PROF. FREDERICO HERMANN JR., 345 CEP 05489 - PINHEIROS
SÃO PAULO - BRASIL

QUALIDADE DA GASOLINA VERSUS NECESSIDADE AMBIENTAL

Seminário de Emissões e Combustíveis

01 e 02/09/92

25360

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
Luiz Antonio Fleury Filho
Governador

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
Édis Milaré
Secretário

CETESB
Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Walter Lazzarini
Diretor-Presidente

Antonio Martins de Albuquerque
Diretor de Normas e Padrões Ambientais

Carlos Pedro Jens
Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia

Lineu Rodrigues Alonso
Diretor de Controle da Poluição de Regiões Metropolitanas

Luiz Antonio Ercolin
Diretor de Treinamento e Transferência de Tecnologia

Ricardo Augusto Grecco Teixeira
Diretor Administrativo e Financeiro

Walter Godoy dos Santos
Diretor de Controle da Poluição do Interior

QUALIDADE DA GASOLINA X NECESSIDADE AMBIENTAL

Engº Gabriel Murgel Branco(*)
Engº Alfred Szwarc(*)
Engº Homero Carvalho(*)

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

1. INTRODUÇÃO

A especificação e qualidade dos combustíveis, de discussão sempre complexa, intensa e interminável, é o ponto nevrálgico do controle de poluição do ar e afeta de uma maneira abrangente a vida e a economia do país. Neste campo, a implantação de novos processos é sempre demorada e exige investimentos, geralmente de grande monta.

Por isso, o planejamento estratégico dos combustíveis (ou da desgastada "matriz energética") deve ser feito para **longo** prazo, sendo **imperioso** que se respeite as decisões básicas iniciais. Isto não tem acontecido no Brasil com o consequente desperdício de recursos do país, além de ameaçar os programas cuidadosamente planejados, como é o caso do PROCONVE - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores.

A questão ainda se agrava, na medida em que os outros setores afetados pela política energética também necessitam de prazo para viabilizar o desenvolvimento de seus produtos, como ocorre no setor automobilístico.

O presente trabalho analisa o panorama dos combustíveis automotivos de uma forma abrangente, levantando questões fundamentais, cujas respostas e equacionamento poderão nortear o Governo para um planejamento mais consistente, que mereça credibilidade, seja viável e resulte em benefícios para a economia, para o consumidor e para o meio ambiente.

2. HISTÓRICO

No início do PROÁLCOOL, a adição de álcool etílico anidro combustível (AEAC) à gasolina foi a forma encontrada para dar vazão à produção de etanol.

(*)Departamento de Tecnologia de Emissões de Veículos da CETESB.

De acordo com estudos do CTA - Centro Tecnológico Aeroespacial, os automóveis da época (até 1975) poderiam funcionar com misturas de até 20% de AEAC, sem prejuízos de desempenho, dirigibilidade e consumo de combustíveis, embora o menor consumo ocorresse com 12% de álcool. Entretanto, foi especificado o teor de 20% para propiciar a máxima economia de gasolina (ou de petróleo), sem que o usuário percebesse desvantagens para si.

É preciso registrar que desde o início do PROÁLCOOL, a indústria automobilística preocupava-se pelo estabelecimento de um teor de álcool fixo e constante a longo prazo, para que os veículos novos pudessem ser otimizados para a mistura de álcool e gasolina adotada.

Pela primeira vez, com o propósito de beneficiar a cidade de São Paulo com a redução da emissão de monóxido de carbono (CO), a CETESB solicitou ao CNP - Conselho Nacional do Petróleo, em 1981, que o teor de AEAC fosse mantido **constante** e igual a 22%.

Para que fosse possível viabilizar o **PROCONVE**, assegurando-se que os ensaios de emissão tivessem repetibilidade e representatividade da situação real praticada no trânsito, a gasolina padrão para ensaio também foi especificada com 22% de AEAC, **por recomendação da PETROBRÁS e do CNP, que assumiram este teor como o mais adequado e de futuro perene.**

Como decorrência, todos os veículos hoje circulantes não devem mais utilizar teores menores de álcool na gasolina, sob pena de aumentarem a emissão de poluentes, particularmente o monóxido de carbono. Isto é mais crítico nos veículos dotados de oxicatalisadores e/ou de injeção eletrônica, projetados especificamente para atender os limites exigidos de 1992 a 1996, tal como mostrado na tabela 1.

Com a crise do álcool em 1989, apesar dos sérios inconvenientes ambientais e aos veículos, o DNC - Departamento Nacional de Combustíveis reduziu a adição de AEAC à gasolina, com exceção da Região Metropolitana de São Paulo, estratégia que tem um potencial máximo de economia de aproximadamente 1 bilhão de litros de álcool por ano.

Para evitar esta prática abusiva com relação ao meio ambiente, a CETESB contribuiu decisivamente para a formulação da mistura "MEG" (60% de etanol + 33% de metanol + 7% de gasolina), que substitui o álcool hidratado, sem a evidência de riscos ambientais, à saúde pública e aos veículos. Esta solução tem o potencial de economizar até 4 bilhões de litros de álcool por ano, mas não foi implantada na maioria das cidades por pressões exclusivamente políticas, embasadas em premissas **infundadas** quanto ao risco de uso do combustível (Ref. 1).

A partir daquela crise, medidas admistrativas vêm sendo desenvolvidas no sentido de estabilizar a oferta e a demanda de álcool, entre as quais merece destaque o Protocolo assinado entre o Governo do Estado de São Paulo, os produtores de álcool e a

ANFAVEA, que fixa objetivos como a produção de 40% de veículos a álcool, a prioridade de compra deste tipo de veículo pelo Governo e a garantia de produção do álcool necessário, próxima à capacidade instalada das destilarias brasileiras.
Também o Reexame da Matriz Energética, elaborado em agosto/92 pela SNE - Secretaria Nacional de Energia, considera metas semelhantes e recomenda o uso da mistura "MEG" como estabilizador de oferta e demanda de álcool, ao invés de se utilizar o AEAC como tal.

3. RESULTADOS DO PROCONVE

Desde 1986 o **PROCONVE** vem sendo implantado tendo, como característica fundamental, a indução à aplicação de melhores tecnologias aos veículos para reduzir a quantidade das suas emissões de poluentes.

Por serem prioritários do ponto de vista ambiental, os veículos leves a gasolina e a álcool foram o primeiro alvo deste Programa, cujas alterações de projeto e mudanças tecnológicas trouxeram reduções significativas na emissão de poluentes, tendo atingido a marca de 80% de redução para todos os poluentes em 1992. Entretanto, as inovações mencionadas tornam os veículos mais exigentes quanto à constância da qualidade dos combustíveis, onde a aparentemente simples variação do teor de álcool na gasolina compromete totalmente os efeitos conseguidos com a modernização tecnológica dos veículos ao longo destes anos, como mostrado na tabela 1 (Ref.2).

CETESB - G. A. Ecologia e Saneamento Ambiental
BIBLIOTECA

TABELA 1 - PROCONVE - LIMITES DE EMISSÃO E VALORES MÉDIOS PARA VEÍCULOS LEVES (MOTOR OTTO)

ANO	OBSERVAÇÃO	GASES DE ESCAPAMENTO				VAPORES DE COMBUSTÍVEL g/teste
		MONÓXIDO DE CARBONO-CO	HIDROCARBONETOS HC	ÓXIDOS DE NITROGÊNIO-NO_X	ALDEÍDOS CHO	
Pré 1980	Gasolina Pura	54.0	4.7	1.2	nd	nd
1986 (sem controle)	Álcool	16.9	1.6	1.2	0.160	10.0
	Gasool a 22%	28.0	2.4	1.6	0.040	23.0
	Gasool a 12%	42.0(+50%)	nd	nd	nd	nd
	Gasolina Pura	54.0(+93%)	nd	nd	nd	nd
1990 (a) (1ª Fase)	Limite	24.0	2.1	2.0	-	6.0
	Álcool	10.8(-36%)	1.3(-19%)	1.2(0%)	0.110(-31%)	1.8(-82%)
	Gasool a 22%	13.3(-52%)	1.4(-42%)	1.4(-12%)	0.040(0%)	2.7(-88%)
	Gasool a 12%	21.3(-24%)	nd	nd	nd	nd
	Gasolina	31.9(+14%)	nd	nd	nd	nd
1992 (b) (2ª Fase)	Limite	12.0	1.2	1.4	0.150	6.0
	Álcool	3.9(-79%)	0.6(-62%)	0.5(-58%)	0.030(-81%)	1.2(-88%)
	Gasool a 22%	5.9(-79%)	0.5(-79%)	0.6(-62%)	0.010(-75%)	2.3(-90%)
	Gasolina (i)	20.7(-26%)	nd	nd	nd	nd
	Gasolina (c)	32.5(+16%)	nd	nd	nd	nd

Notas: % entre parênteses refere-se à redução verificada em relação aos veículos 1986, antes da atuação do PROCONVE
Gasool= 78% Gasolina + 22% Álcool.
(a) média da produção
(b) média dos resultados de certificação
(i) com injeção eletrônica
(c) com catalisador
nd= não disponível

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

é evidente, portanto, que a variação do teor de álcool na gasolina, permitida pelo DNC - Departamento Nacional de Combustíveis em franco desrespeito às ações e objetivos do **PROCONVE**, põe a perder totalmente o seu efeito em todas as regiões e durante o período de tempo onde ela for praticada. Entretanto, este efeito é reversível a partir do momento em que se retorne ao teor de 22% de álcool, originalmente previsto para o dimensionamento das exigências e dos prazos do PROCONVE.
Adicionalmente, os novos conceitos e tecnologias exigem também novos requisitos de qualidade dos combustíveis. Assim, o uso do catalisador já contou com os preciosos esforços e colaboração da PETROBRÁS para a retirada total do chumbo da gasolina e, ultimamente, detergentes e inibidores de depósitos vêm sendo adicionados à gasolina. A aditivação da gasolina beneficia principalmente os sistemas de injeção eletrônica, mas infelizmente vem sendo anunciada como grande redutor de emissões, de maneira enganosa em alguns casos.

4. NECESSIDADE DE EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DOS COMBUSTÍVEIS DERIVADOS DE PETRÓLEO

Problemas causados pelos teores de enxofre e fósforo da gasolina, bem como a necessidade de redução também da reatividade e aromaticidade dos compostos orgânicos emitidos pelos veículos, constituem os principais desafios de melhoria de qualidade que os derivados de petróleo precisam incorporar. Enquanto essa qualidade não for equivalente à do álcool, não fazem sentido as comparações de custos desses combustíveis.

4.1. O Teor de Enxofre da Gasolina

Os veículos a gasolina não são os maiores emissores de SO_x para a atmosfera, embora tenham importância neste problema.

Entretanto a presença de altos teores de enxofre na gasolina (0,25% máx. em peso no Brasil contra 0,10% máx. em peso nos EUA e Europa) assume uma importância muito grande quando os veículos tem catalisador.

Neste caso, correspondente à maioria dos veículos brasileiros produzidos a partir de 1992, o enxofre reduz a eficiência de controle do catalisador para os demais poluentes e provoca a formação de gás sulfídrico (H_2S) em alguns regimes do motor.

A emissão de H_2S não ocorre em níveis preocupantes do ponto de vista ambiental, exceto pelo odor de ovo podre que causa sério incômodo a quem estiver próximo do veículo e denigre a imagem do veículo, do combustível e até do programa de controle da poluição.

CETESB - DIV. DE DOCUMENTAÇÃO E BIBLIOTECA

Deve-se evitar este problema através da redução do teor de enxofre no combustível no processo de refino. Outras soluções que apenas minimizam o problema incluem a adição de altos teores de AEAC na gasolina e o uso de inibidores de formação de H_2S no catalisador.

De acordo com as intenções da Petrobrás, para que o combustível brasileiro tenha características internacionais, de modo que o país possa se beneficiar da economia de escala decorrente da livre importação e exportação de veículos e componentes, é indispensável que o teor de enxofre da gasolina seja reduzido a menos de 0,10% máx. em peso e, preferencialmente praticado, em níveis inferiores a 30 ppm.

Cumpre salientar que, no Brasil a emissão de odor de ovo podre pelos veículos com catalisador tem sido significativa, seja o veículo nacional ou importado, e vem provocando a retirada deste equipamento pelos próprios usuários e mecânicos, apesar disto ferir a legislação ambiental.

O teor máximo de enxofre é, portanto, um item de especificação da gasolina que poderá **impedir** a aplicação de tecnologias para o controle ambiental, se não for corrigido em curto espaço de tempo, ou privilegiar a fabricação de veículos a álcool, nos quais este problema não existe.

4.2. Os Aditivos para Limpeza do Motor

A formação de depósitos no sistema de alimentação do motor e na sua câmara de combustão promove a degradação das condições de operação e, em conseqüência o aumento da emissão de poluentes.

Neste sentido, as "gasolinas aditivadas" liberadas recentemente pelo DNC trazem o benefício de **preservarem** a regulagem do motor e **manterem estáveis** os níveis de emissão por mais tempo. Em casos particulares, é possível que o processo de limpeza em motores e sistemas de alimentação de combustível impregnados de depósitos resulte em redução de emissões. Entretanto, trata-se de um benefício indireto, o que não classifica estes aditivos como redutores de emissão.

Complementarmente, como o álcool é uma substância quase pura, de baixo peso molecular e consegue manter a combustão com maior excesso de ar, a sua queima produz muito menos resíduos de carbono (sólidos, gomas etc.) do que no caso da gasolina. Isto faz com que o uso do álcool como aditivo também propicie a limpeza do motor sendo que, além disso, ele produz um empobrecimento da mistura ar-combustível que resulta na **redução real** da emissão de monóxido de carbono.

4.3. O Teor de Fósforo na Gasolina

Os teores de fósforo associados ao enxofre presente na gasolina e no óleo lubrificante, participando neste último na composição do aditivo ZDDP (diaquil ditiofosfato de zinco), causa a perda

CETESB - CIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

parcial da atividade do catalisador, através da formação de depósitos inertes sobre as suas superfícies ativas.

Recomenda-se, portanto, que se especifique o teor máximo de fósforo em 0,0013 g/litro, como na gasolina americana.

4.4. Teores de Aromáticos e Olefinas

Os compostos aromáticos, especialmente o benzeno, tem o grave problema de serem potencialmente cancerígenos e mutagênicos. Além disso, são compostos de alta reatividade fotoquímica e, portanto, promovem a formação de oxidantes (ozona) na atmosfera.

A emissão de aromáticos é linearmente relacionada com o teor de aromáticos presentes no combustível. Por esse motivo, a utilização de compostos aromáticos deve ser reduzida a níveis mínimos.

É importante que não se repita no Brasil o erro praticado na Europa onde aumentou-se o teor de aromáticos nas gasolinas para possibilitar a eliminação do chumbo, mantendo o alto índice de octano praticado naquele continente. Portanto, considerando que a gasolina brasileira não contém mais chumbo e apresenta baixos teores de benzeno e de aromáticos totais, é recomendável que sejam preservados estes benefícios já conquistados.

Cabe portanto, assumir definitivamente através da especificação de uma nova gasolina, que os teores já praticados atualmente são os máximos aceitáveis, ou seja, 1,0% de benzeno e 25% de aromáticos totais, como na gasolina reformulada americana.

Com respeito às olefinas, a sua presença em altos teores é indesejável, por sua alta reatividade fotoquímica na atmosfera (principalmente as di-olefinas), maior que a dos compostos aromáticos, em geral, e por sua tendência à formação de depósitos no motor (gomas, vernizes) e ao ataque a mangueiras e membranas de elastômeros normalmente utilizados (borracha nitrílica).

As figuras 1 e 2 (Ref. 3), ilustram o maior potencial de emissões de NO e irritação de olhos, devido à presença de olefinas na atmosfera.

Recomenda-se que se tenha como meta um teor de olefinas máximo de 5% na nossa gasolina, igualando-a à gasolina americana.

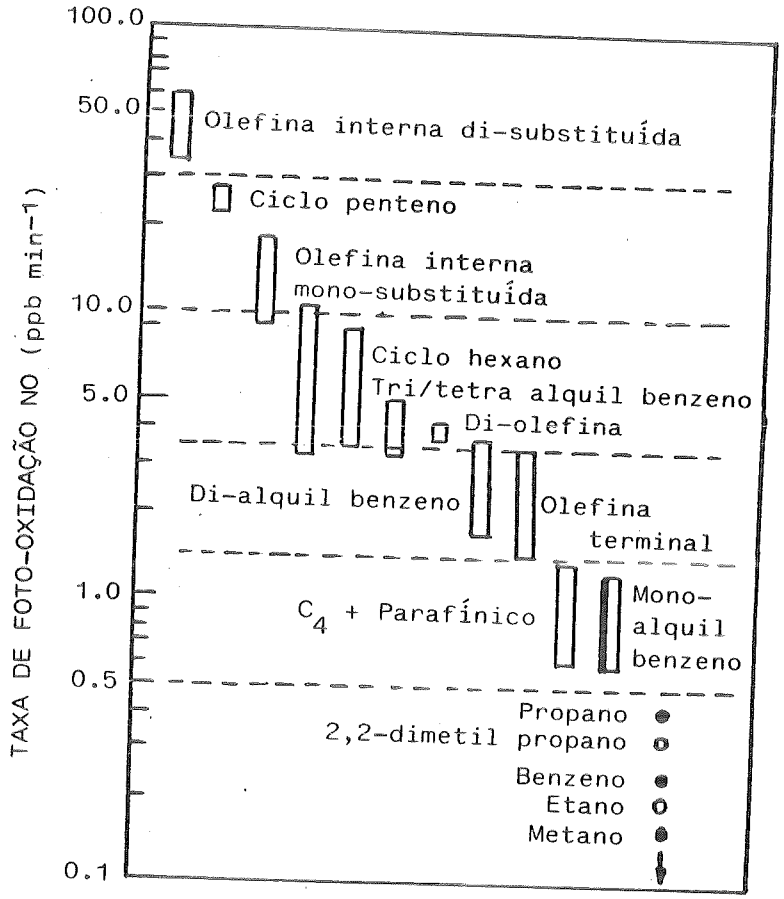


Figura 1 - Taxa de Oxidação Fotoquímica do NO para Vários Grupos de Hidrocarbonetos

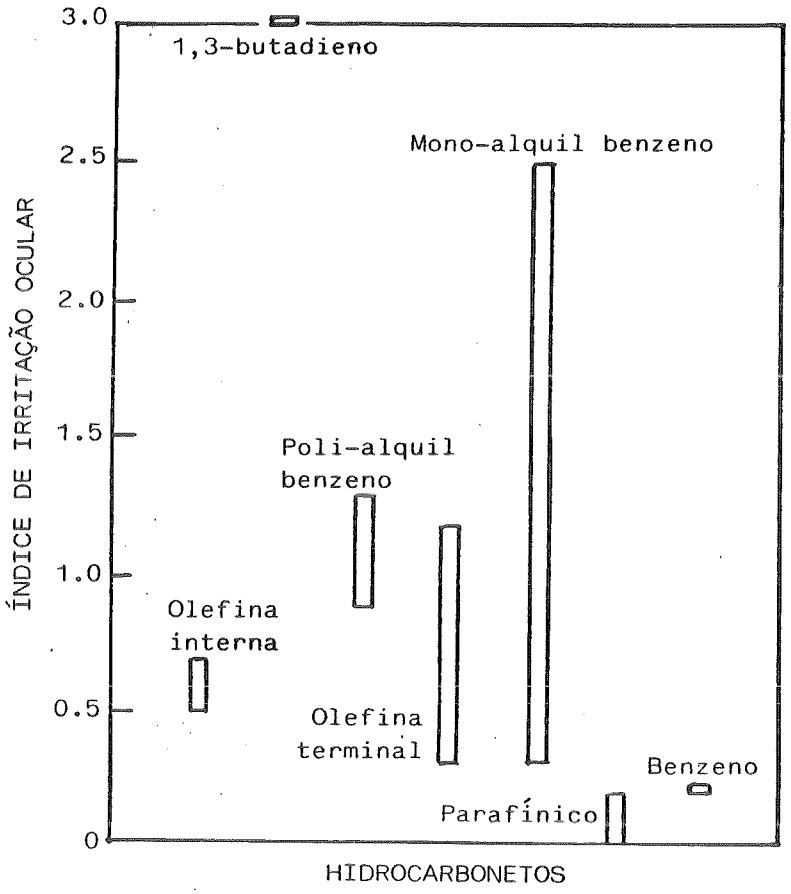


Figura 2 - Indice de Irritação Ocular para Vários Grupos de Hidrocarbonetos

4.5. Emissão Evaporativa

O controle da emissão evaporativa de combustível desperta duas preocupações no caso da gasolina:

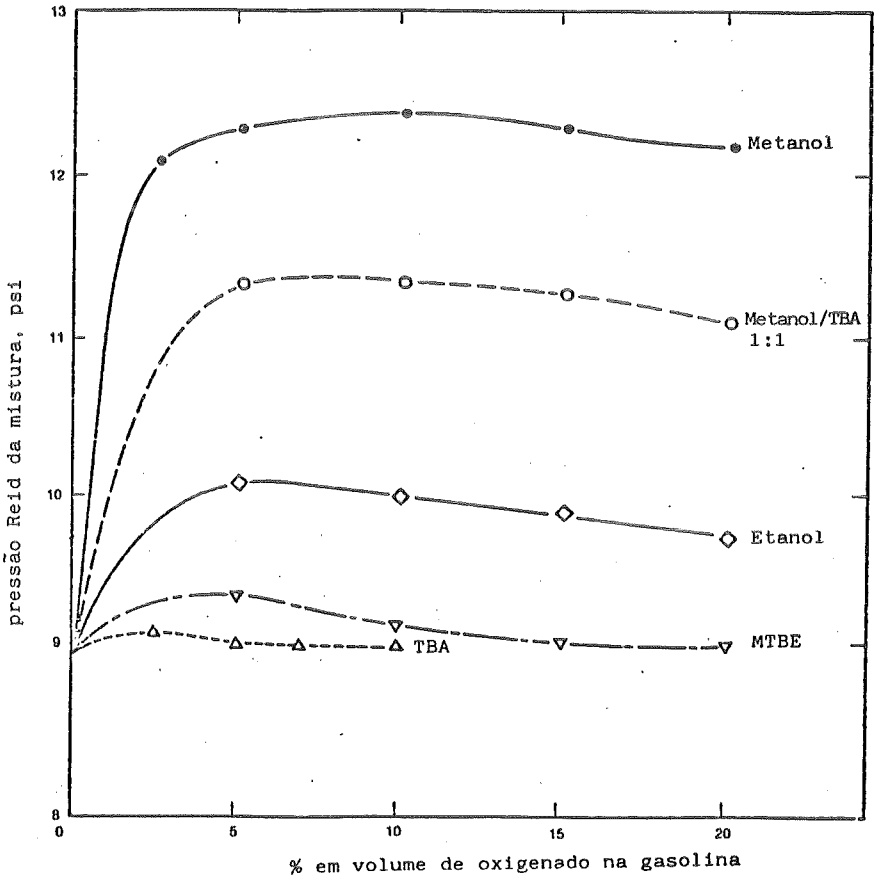
a) Que a presença de aditivos, especialmente os oxigenados e os hidrocarbonetos mais reativos, não afetem o grau de adsorção dos dispositivos à base de carvão ativado (canister) para o controle desta emissão;

b) que a pressão de vapor do combustível final (após a aditivação) não supere os valores máximos admissíveis, sendo recomendada a estratégia das especificações diferenciadas para inverno e verão, onde se reduz a pressão de vapor nas épocas e regiões mais quentes.

Neste aspecto é importante ressaltar que a adição de etanol produz um aumento de 0.05 a 0.07 kg/cm^2 na pressão de vapor Reid, hoje limitada em 0.7 kg/cm^2, aumento este que decresce quando o teor de álcool é superior a 5%.

Por outro lado, o uso exclusivo de álcool resulta em menor emissão de vapores, com a vantagem de necessitar de menor complexidade tecnológica para o controle desta emissão.

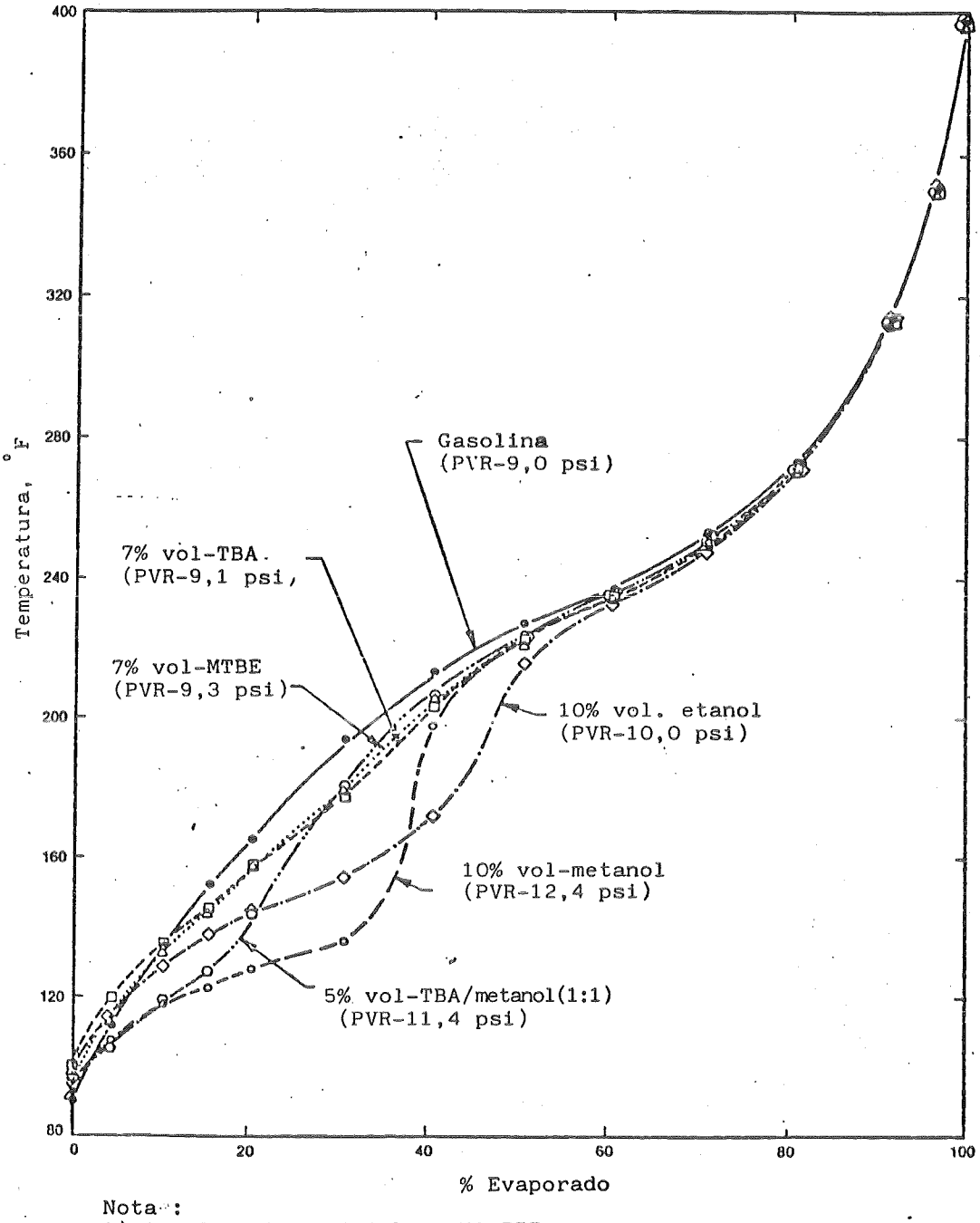
Os efeitos da adição de oxigenados à gasolina sobre a sua pressão de vapor e sua curva de destilação estão mostrados nas figuras 3 e 4 (Ref.4).



Nota :
1. Gasolina base-Indolene HO III

Figura 3 - Efeito da Concentração de Oxigenados na Pressão de Vapor da Mistura

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA



Nota:
1) Gasolina base-Indolene HO III

Figura 4 - Efeito dos Oxigenados na Curva de Destilação da Gasolina

CETESB - GERÊNCIA DE SISTEMAS E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

4.6. A Qualidade do óleo Diesel Versus Balanço Gasolina/Diesel

No Brasil, a demanda de óleo Diesel é desproporcionalmente maior do que o consumo de gasolina, o que dificulta o estreitamento da sua faixa de densidades. Tal fato justifica a busca de medidas que desincentivem o uso do óleo Diesel, como por exemplo, a proibição de seu uso em veículos leves, e a inclusão deste assunto no planejamento dos programas de melhoria de qualidade dos combustíveis derivados de petróleo.

Da mesma maneira que os automóveis brasileiros já experimentam as tecnologias modernas de controle de emissões e as decorrentes exigências adicionais de qualidade da gasolina, os motores Diesel também começarão a ser fabricados a partir do próximo ano, de acordo com novos requintes e sofisticações que exigirão uma substancial melhoria do óleo Diesel.

Entre os principais fatores pode-se citar a diminuição da faixa de tolerância da densidade, a drástica redução do teor de enxofre, bem como a redução do teor de aromáticos e o aumento do número de cetano a médio prazo.

Embora a qualidade do óleo Diesel não pertença ao escopo deste trabalho, é necessário considerar as ações relativas à sua melhoria conjuntamente com a dos demais derivados, em especial a gasolina.

Quanto ao teor de enxofre do óleo Diesel, sua redução é imprescindível por três razões principais:

a) Redução do ataque aos bicos injetores e consequente aumento da durabilidade do motor e da constância dos seus níveis de emissão;

b) redução da formação de sulfatos, que são responsáveis pela maior parcela da emissão de particulados;

c) viabilização do uso de catalisadores e controles eletrônicos para possibilitar uma maior redução das emissões de particulados e gases.

Este programa poderá ter uma etapa, onde o teor de enxofre deverá ser inferior a 0.3% em peso, e uma segunda onde este teor deverá se reduzir a 0.05% para viabilizar o uso de tecnologias mais sofisticadas.

Cabe salientar que, apenas para os veículos fabricados para a 1ª etapa, tais reduções poderiam ser priorizadas para o combustível a ser distribuído nas regiões urbanas, porém na 2ª etapa tal prática não é aplicável por comprometer a integridade dos sistemas de controle de emissão.

4.7. Gasolina Reformulada

Os programas ambientais apoiam-se principalmente em medidas que reduzam a **quantidade** de poluentes emitidos. Entretanto, a redução da emissão de hidrocarbonetos dos motores veiculares é muito limitada pela dificuldade de controle da combustão nos regimes transitórios.

É necessário por isso, o gerenciamento da composição dos combustíveis quanto ao **tipo** de hidrocarbonetos utilizados e que constituirão esta emissão, isto é, limitando a sua **toxicidade** e **reatividade fotoquímica.**

Tal estratégia consiste em alterar o processo de refino de modo a retirar dos combustíveis automotivos os compostos mais nocivos ou problemáticos para o meio ambiente (olefínicos, aromáticos e frações pesadas), colocando-os nos combustíveis industriais, que queimam sob condições mais estáveis e controladas de modo a garantir uma emissão em **quantidade** menor, conforme esquematizado na Figura 5. Além disso, quando se adicionam compostos oxigenados, as frações leves (C_1 a C_4) também podem ser retiradas da gasolina para o acerto da pressão de vapor.

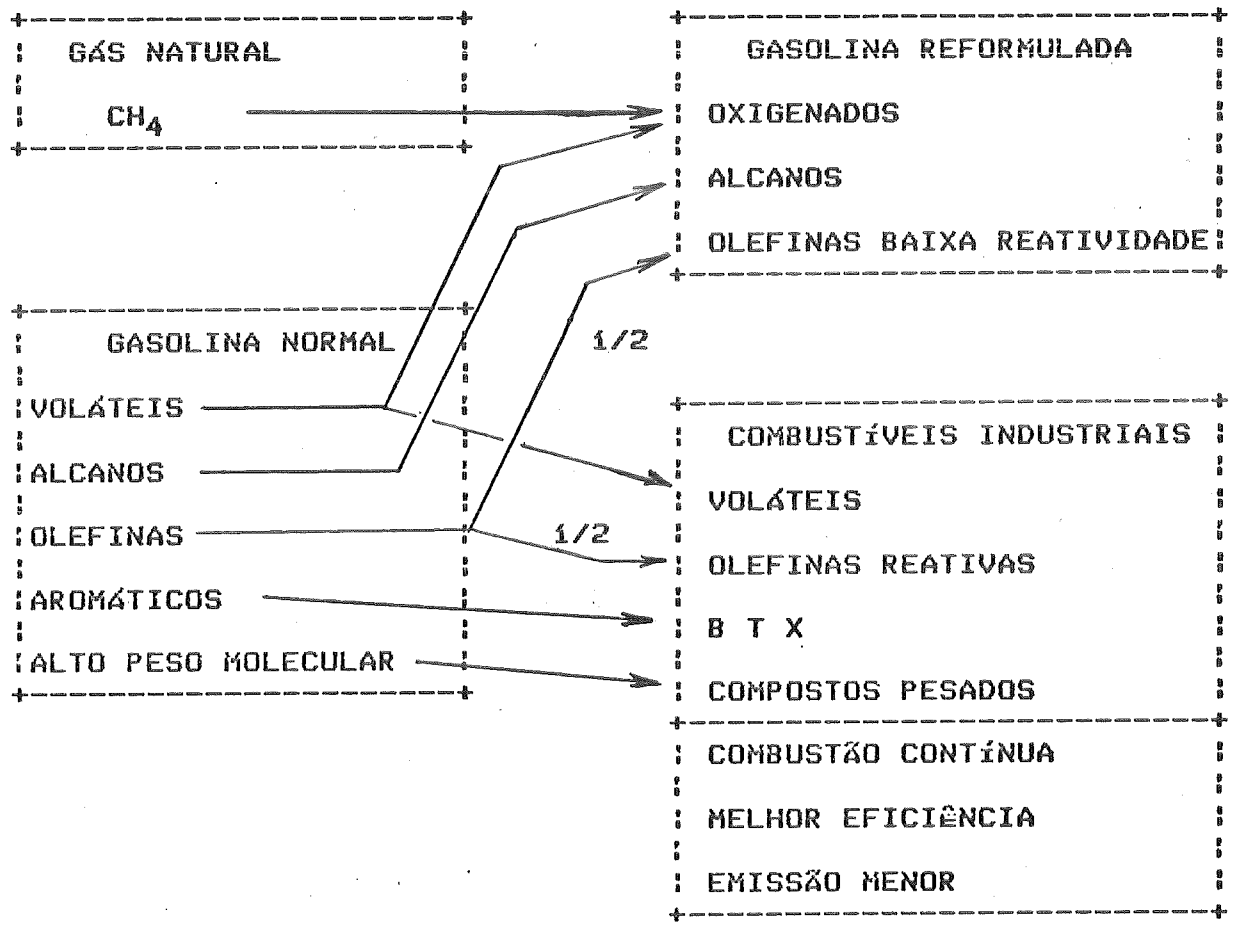


Figura 5 - Gasolina Reformulada: Alteração do Processo Produtivo

A reformulação da gasolina (mudança das características físicas e químicas para a redução das emissões veiculares) está sendo buscada atualmente pelos órgãos ambientais norte-americanos, como forma de redução das emissões de compostos orgânicos voláteis, produtos tóxicos e CO.

Esta estratégia está sendo adotada por apresentar a vantagem de reduzir a quantidade e/ou a agressividade das emissões da frota já existente, imediatamente após e nas regiões de sua implantação, enquanto as tecnologias de uso de combustíveis limpos, bem como o mercado destes combustíveis, estão em fase de desenvolvimento (Ref.5).

No Brasil, o combustível limpo alternativo (etanol hidratado) e a gasolina com alto teor de oxigenados já estão desenvolvidos e implantados, bem como já produzem seus benefícios ambientais.

5. CONCLUSÃO

Considerando o avanço tecnológico no setor automobilístico, induzido pelo PROCONVE, pode-se concluir que as especificações da gasolina e do óleo diesel brasileiros estão em estágios atrasados de desenvolvimento.

É urgente a adoção de medidas corretivas, especialmente no que concerne à redução dos teores de enxofre destes dois combustíveis. Para isso, é recomendável a implantação imediata de um **Programa de Melhoria dos Combustíveis para o Controle Ambiental**, através de exigências em consonância com as diretrizes do CONAMA e do PROCONVE.

Neste sentido, dois tipos de ações são necessárias:

a) Melhoria imediata dos processos de produção e distribuição de combustíveis, para assegurar a constância das suas especificações e não comprometer os avanços tecnológicos já implantados;

b) atualização tecnológica dos processos produtivos de gasolina e óleo Diesel para que o setor energético não impeça a implantação de novas e modernas tecnologias de controle de poluição nos veículos.

Complementarmente, é preciso estabilizar e dar credibilidade ao PROÁLCOOL, priorizando e incentivando o uso de etanol nos centros urbanos e fixar **definitivamente** o teor de 22% de álcool na gasolina, pelo menos para o abastecimento dos veículos de projeto atual.

Neste sentido, é imperioso que a oferta de álcool anidro seja garantida e a mistura "MEG" (33% de metanol + 60% de etanol + 7% de gasolina) assuma definitivamente a função de estabilizador da produção e demanda de etanol (Ref.6).

Finalmente, é preciso considerar os combustíveis alternativos, como gás natural em substituição ao óleo Diesel, como estratégias de controle ambiental, seja pelos seus menores potenciais poluidores ou como elementos que propiciem ou induzam a melhoria dos combustíveis atuais.

É absolutamente claro que não se deve considerar um determinado combustível como salvação para os problemas ambientais ou como sua causa fundamental. Mas a busca de uma matriz energética equilibrada, onde se priorizem os combustíveis limpos para os centros urbanos, se enfatize a melhoria de especificações dos derivados de petróleo para a viabilização das tecnologias mais sofisticadas dos veículos e se respeite os compromissos e necessidades ambientais, conterá as soluções mais adequadas para o país como um todo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Especificação da Gasolina: Análise dos Principais Aspectos.** Relatório Interno, março/1992.

2. BRANCO, G.M. et alii. **Controle da Poluição Veicular no Brasil.** CETESB, São Paulo, março/1992.

3. OKITA, T. - **Elements of Air Pollution - Training Course in Environmental Engineering (Air Pollution Control)** - JICA, Japan, 1990.

4. **Alcohols & Ethers** - A Technical Assessment of Their Application as Fuels and Fuel Components, API publication 4261. 2nd Ed., July 1988.

5. DULEEP, K.G.; HOMS, J.G. - **Role of Oxigenates in Meeting US - Reformulated Gasoline Requirements.** International Symposium on Alcohol Fuels - November 1991, Florence, Italy.

6. Reexame da Matriz Energética Nacional. Ministério das Minas e Energia - Documento distribuído e discutido em Seminário. Brasilia, 11 a 13/08/92.

GMB/t. 31/08/92
aea-gab.ws5

28/9/82

DE

28/9/82