

SEMINÁRIO SOBRE EFEITOS DE ALDEÍDOS
ATMOSFÉRICOS NA SAÚDE E NO
MEIO AMBIENTE

"A POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS
A ÁLCCOL: VISÃO ATUALIZADA"

ARQUIVO TECNICO

8206
B732p
018561



01405



018561

**"A POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS A ÁLCOOL:
VISÃO ATUALIZADA"**

ENGº GABRIEL MURGEL BRANCO

ENGº ALFRED SZWARC

18562

**CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA
AV. PROF. FREDERICO HERRMANN JR., 345 - CEP. 05459 - PINHEIROS
SÃO PAULO - BRASIL**

**SEMINÁRIO SOBRE EFEITOS DE ALDEÍDOS ATMOSFÉRICOS
NA SAÚDE E NO MEIO AMBIENTE**

11 e 12 de abril de 1989

**CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
SÃO PAULO, SP**

C:	8206
	3732 ⁰
	18561

CETESB	FICHA TÉCNICA BIBLIOGRÁFICA
---------------	------------------------------------

DOCUMENTO				
TIPO Trabalho apresentado em seminário.	DATA abr/11/89	ORIGEM DEC/DEV	Nº PÁGINA/V. 16	Nº MAPAS -

TÍTULO DO DOCUMENTO

A POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS A ÁLCOOL: VISÃO ATUALIZADA

AUTOR RESPONSÁVEL

ASSINATURA / CARIMBO / DATA

Eng.º ALFREDO SZWARC
Gerente de Fontes Móveis e Ruído
CREA 777/D - Reg.º Lic. 01.2310-0

AUTORES/ENTIDADES OU UNIDADES A QUE PERTENCEM

Gabriel Murgel Branco - CETESB - DEC
Alfred Szwarc - CETESB - DEV

DOCUMENTO AUTORIZADO POR

ASSINATURA / CARIMBO / DATA

DOCUMENTO REVISADO

ASSINATURA / CARIMBO / DATA

CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

EXTERNA INTERNA

RESERVADA

PALAVRAS CHAVES

Veículos automotores; poluição do ar; álcool.

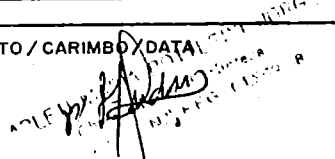
CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO

DISTRIBUIÇÃO INTERNA

ÁREAS/Nº DE CÓPIAS

D(1); DE(1); DEV(5); DEC(5); TEDE(2)

USO DA BIBLIOTECA

CLASSIFICAÇÃO DE ASSUNTO 8206/13732.p	Nº DOCUMENTO 11	VISTO / CARIMBO / DATA 
----------------------------------------------	------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

RESUMO

O presente trabalho dá uma visão abrangente dos problemas decorrentes da utilização do álcool como combustível veicular. Apresenta-se os principais poluentes, a saber, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, combustível não queimado e compostos de chumbo e enxofre. Dá-se ênfase à emissão de combustível não queimado, cuja composição é constituída, primordialmente, por hidrocarbonetos, álcool e aldeídos, bem como aos seus efeitos e aspectos conceituais que devem ser considerados no controle ambiental. Tais enfoques são relacionados à utilização de misturas gasolina/álcool - "gasool", álcool/gasolina - "alcolina" e de álcool puro. São abordados também os aspectos da conversão de veículos para uso de novas formulações de combustíveis, sua utilidade e as vantagens dos veículos projetados especificamente para o uso do álcool. Finalmente, é apresentada uma expectativa sobre o desenvolvimento futuro e potencialidades do motor concebido, desde o início, para que a queima adequada e eficaz do etanol.

OBSERVAÇÕES

USO DA BIBLIOTECA

LOCAL

EDITORA

IDIOMA

PORTUGUÊS

INGLÊS

ESPAHOL

FRANCÊS

ALEMÃO

ITALIANO

SÉRIE

A POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS A ÁLCOOL: VISÃO ATUALIZADA

Eng^o Gabriel Murgel Branco
Eng^o Alfred Szwarc

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

INTRODUÇÃO

O emprego do etanol no Brasil, em caráter experimental e uso esporádico, como combustível veicular, tem sido registrado desde 1922. Entretanto, foi somente em 1975 que o seu uso ganhou um grande impulso. Nesse ano, o Governo Federal, através do Decreto nº 76593, de 11/11/75, criou o Programa Nacional do Alcool - PROÁLCOOL. Em 1979 começaram a ser comercializados os primeiros veículos a álcool e a gasolina apresentava, na época, um teor de álcool de 14% ⁽¹⁾.

Foi também nesse ano que apareceram as primeiras indagações sobre o potencial poluidor dos veículos a álcool, especialmente, devido à presença de um odor característico na emissão dos gases de escapamento desses veículos. Em 1980, a CETESB iniciou um programa de caracterização da emissão dos veículos a álcool e os primeiros resultados indicaram que o uso do etanol também resulta na emissão de poluentes do ar. Estes dados preliminares colocaram por terra a tese, defendida por alguns técnicos, de que o álcool é um combustível isento de poluição, e trouxe à tona a questão do aumento da emissão de aldeídos com o seu uso.

A utilização do etanol como combustível veicular no Brasil trouxe algumas vantagens e desvantagens, do ponto de vista de qualidade do ar ⁽²⁾. Desde o início do desenvolvimento tecnológico da geração de veículos que consomem etanol, o novo combustível já proporcionou reduções importantes na emissão de monóxido de carbono, tanto nos motores a gasolina com etanol (gasool), quanto nos motores a álcool etílico hidratado. Além disso, nas diversas fases de desenvolvimento tecnológico já vencidas até o presente, os veículos a álcool demonstram estar em situação vantajosa na corrida para o adequado controle de emissões, quando comparados aos motores a gasool, embora muito trabalho ainda deva ser realizado para se alcançar os níveis de controle necessários, em ambos os casos. Em contrapartida, os problemas de corrosividade, emissão de aldeídos e de etanol para a atmosfera constituem problemas novos, que devem ser urgentemente atacados e solucionados, para, efetivamente, viabilizar o uso do álcool como combustível automotivo de baixo potencial poluidor.

POLUENTES DO MOTOR CICLO OTTO

Não há um parâmetro único para se avaliar a "poluição" de um motor. Há, sim, um pequeno grupo de poluentes que caracterizam os diversos tipos de emissão de um motor e que apresentam efeitos independentes sobre o meio ambiente, quando estudados individualmente.

- Monóxido de carbono (CO) - resulta da oxidação parcial do carbono, regida pela quantidade de oxigênio disponível no momento da queima. Esta emissão pode ser menor quando se utiliza o álcool, visto que este tolera melhor a regulagem com excesso de ar, do que a gasolina.
- Óxidos de nitrogênio (NO_x) - resultam da combinação do oxigênio e do nitrogênio presentes no ar admitido pelo motor, em condições de altas temperaturas e pressões. Motores a álcool e gasool de configurações similares e com as mesmas características de torque e potência, apresentam emissões de NO_x muito próximas.
- Óxidos de enxofre (SO_x) - resultam da oxidação do enxofre existente no combustível. No caso do gasool, a contribuição primordial de enxofre, provém da gasolina. Como a concentração de enxofre no álcool é cerca de 250 vezes menor que na gasolina (comparação feita com base nas especificações de limite máximo de enxofre nos dois combustíveis), quanto maior o teor de álcool na mistura, tanto menor será a emissão de SO_x.

No caso do uso exclusivo do álcool, a emissão de SO_x é normalmente insignificante. Pelo fato do transporte de álcool se realizar nos mesmos caminhões que transportam gasolina e diesel, pode ocorrer a contaminação do álcool por resíduos de outros combustíveis e, conseqüentemente, haver um aumento na emissão de SO_x.

- Compostos de chumbo (Pb) - resultam da oxidação de aditivos a base de chumbo, adicionados no gasool para aumento da sua octanagem.

Pelo fato do álcool substituir os aditivos a base de chumbo da gasolina, o Brasil deixou de utilizar esses compostos quase que totalmente, propiciando uma redução de aproximadamente 75% nos níveis de chumbo encontrados no material particulado em suspensão na atmosfera da cidade de São Paulo. Ainda decorrente desse fato, a adição de 22% de álcool à gasolina permitiu ao Conselho Nacional do Petróleo e à PETROBRÁS assumirem, oficialmente em 07/12/88, o compromisso da isenção total do chumbo da gasolina com os órgãos responsáveis pelo Programa de Controle de Poluição

do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE (Resolução CONAMA nº 18/86), a partir de 01 de Janeiro de 1990. O cumprimento de tal decisão, dependente da conscientização, responsabilidade e empenho dos setores responsáveis pela produção e distribuição de álcool e de gasool no país, é um dos fatores-chave para a viabilização do controle de monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos, etanol, aldeídos e do próprio chumbo emitidos por veículos, visto que não seria possível o uso de catalisadores enquanto o chumbo não fosse totalmente retirado da composição dos combustíveis.

No caso do álcool puro, a eventual presença de Pb neste combustível se deve à contaminação durante o processo de transporte, à semelhança do que foi relatado no caso do SO_x.

- Combustível não queimado (CNQ) - trata-se de pequenas quantidades de combustível que não queimaram ou terminaram o processo de combustão apenas parcialmente oxidados. Têm sido usualmente denominados de hidrocarbonetos (HC), terminologia própria para a emissão de veículos alimentados exclusivamente a gasolina ou diesel. No caso da utilização de gasool e álcool puro, o CNQ compõe-se por quantidades variáveis de HC, álcool, aldeídos etc, que dependem das características do combustível e do processo de combustão.

Os gases de exaustão dos motores alimentados com gasolina e 22% em volume de álcool compõem-se primordialmente por HC (aprox. 90%). Para os motores alimentados exclusivamente a álcool etílico, a composição dos gases se caracteriza pela alta concentração de etanol (aprox. 70%), aldeídos (aprox. 10%) e HC (aprox. 20%).

EFEITOS DOS POLUENTES

Para focalizarmos o problema específico de emissão decorrente do uso do álcool e pelo fato de haver uma literatura extensa sobre os efeitos de CO, HC, NO_x, SO_x e Pb no meio ambiente, restringiremos os comentários à ação dos aldeídos e do álcool.

A. Aldeídos

Dentre os aldeídos emitidos pelos veículos automotores, merecem destaque o formaldeído, o acetaldeído e o acrilaldeído, devido aos níveis de emissão observados, toxicidade e reatividade fotoquímica.

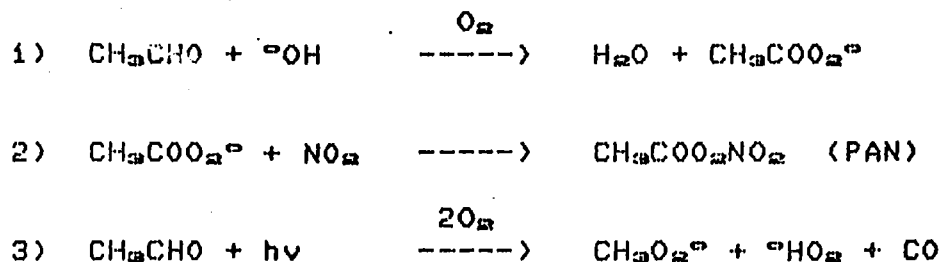
De acordo com as informações disponíveis, a caracterização das emissões de aldeídos em veículos leves, com motor do ciclo Otto, pode ser assim ilustrada:

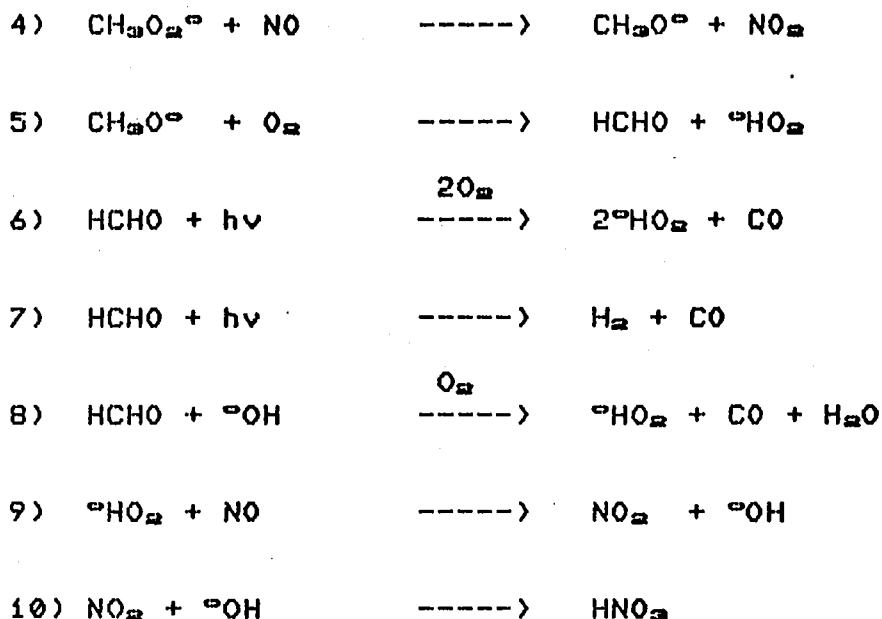
Tabela 1 - Composição típica da emissão de aldeído (% em massa)

	Acetaldeído	Formaldeído	Acrilaldeído
Gasool (20% alcool)	44	55	< 1
Álcool	85	14	< 1

A toxicidade dos aldeídos é, geralmente, caracterizada por irritação dos olhos, da epiderme e da mucosa que, dependendo da dose, pode evoluir para um quadro agudo de afecção pulmonar e, eventualmente, culminar em morte. O comitê de Toxicologia da Academia Nacional de Ciências, dos EUA, concluiu que não há um limite de tolerância, a nível de população, que, efetivamente, evite os efeitos de irritação dos tecidos humanos por formaldeído²². Resultados disponíveis na literatura internacional indicam também que, tanto acetaldeído, como formaldeído e acrilaldeído, apresentam patente atividade mutagênica, independentemente de ativação metabólica para atuar sobre o DNA celular. Outra informação importante realaciona-se com a capacidade carcinogênica que tais substâncias têm manifestado, quando da exposição de seres humanos e outros indicadores biológicos²³. Apesar da literatura apresentar informações sobre a toxicidade dos aldeídos, desconhece-se os efeitos destes, quando se encontram combinados com outros poluentes.

Além da ação tóxica dos aldeídos, estas substâncias também participam nas reações fotoquímicas atmosféricas. Tendo em vista uma melhor compreensão do papel dos aldeídos no complexo sistema de reações que ocorrem na atmosfera, apresentamos a seguir, um modelo simplificado de reações para o acetaldeído e formaldeído:





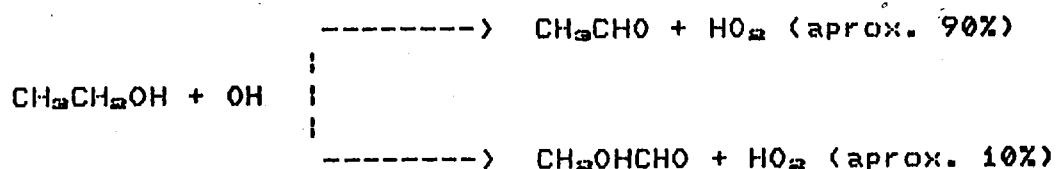
Deste modelo verificamos que a reação do acetaldeído com o radical hidroxila (equação 1) irá produzir o peroxiacetilnitrato (PAN) (equação 2), poluente altamente irritante e fitotóxico. Podemos observar, ainda, que as reações dos aldeídos com a radiação ultravioleta (equações 3, 6 e 7), resultam na formação de monóxido de carbono e do radical hidroxiperoxila (equações 3 e 6), que participa na oxidação do NO para NO₂ (equação 9).

Como consequência desta reação, teremos a formação do ácido nítrico (equação 10), um dos elementos responsáveis pela acidificação de chuvas e nevoeiros. Pode-se verificar, ainda, a formação do formaldeído, a partir do acetaldeído (sequência nas equações 3, 4 e 5). Assim, temos que aldeídos primários podem gerar aldeídos secundários. Deste modo, a atmosfera é continuamente contaminada pelos aldeídos. Entretanto, este acúmulo de aldeídos na atmosfera é contrabalanceado por processos de remoção químicos e físicos, como a conversão do formaldeído em ácido fórmico, o qual pode ser solubilizado em gotas de chuva e aerossóis de nevoeiros, fato que simplesmente transfere os contaminantes de um meio físico para outro, sem entretanto resolver o problema de poluição ambiental.

Além disso, deve-se ressaltar que o processo de solubilização dos aldeídos nas gotículas de água e aerossóis presentes na atmosfera, possibilita reações com outras substâncias solúveis, como os compostos de enxofre, fato que envolve os aldeídos no processo de formação de chuvas e nevoeiros ácidos⁴. Reações com outras substâncias, nestes meios aquosos, podem intensificar a formação de smog fotoquímico, enquanto não ocorrer a precipitação de chuvas e nevoeiros.

B. Álcool

O álcool, uma vez na atmosfera, também participa do processo de formação do smog fotoquímico. As reações químicas dos álcoois na atmosfera ocorrem, quase que exclusivamente, com o radical hidroxila, conforme apresentado a seguir:



A reatividade do etanol na atmosfera é comparável à observada para diversos hidrocarbonetos, como os parafínicos e cicloalcanos¹⁰, o mesmo podendo ser dito para o metanol.

O impacto do etanol sobre a qualidade do ar pode ser assim resumida:

a) na fase gasosa, aumento dos níveis de:

- acetaldeído;
- peroxiacetil nitrato (PAN);
- hidroxiacetaldeído;
- radicais livres que alimentam as reações atmosféricas de formação do smog fotoquímico ([•]OH, [•]HO₂);
- ácidos carboxílicos (acético e fórmico);

b) na fase aquosa (gotículas de chuva e aerossóis de nevoeiros), aumento na produção de:

- ácidos carboxílicos (acético e fórmico);
- ácido sulfônico.

Além da participação do álcool nas reações atmosféricas, a sua presença na atmosfera também envolve aspectos toxicológicos, que podem até se sobrepor àqueles já mencionados. Esses, entretanto, são objeto de estudos em andamento, ainda não concluídos, especialmente sobre os efeitos da exposição crônica por inalação ao álcool, em presença de outros poluentes, fato que ocorre nas regiões urbanas, sob o risco preocupante da existência de sinergismo.

MEDIÇÃO DOS POLUENTES

Reconhecendo a importância e a necessidade em se quantificar a emissão de aldeídos pelos veículos automotores, a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT tem, em processo de normalização, dois métodos distintos para coleta e análise de aldeídos nos gases de escapamento dos veículos a álcool e gasool. Um dos métodos, ora em fase de votação, baseia-se na reação dos aldeídos com o MBTH (3-metil-2-benzotiazolona hidrazona hidrocloreto), formando-se um complexo que, após ser oxidado, torna-se azul. Medindo-se a intensidade desta coloração através de espectrofotometria, determina-se a concentração total de aldeídos. Em termos práticos, esta metodologia já vem sendo utilizada, tanto pela CETESB, como pelas montadoras de veículos há alguns anos.

O outro método, que permite a quantificação e identificação individual de aldeídos, baseia-se na reação dos aldeídos com o DNPH (2,4 dinitrofenilhidrazina), formando diferentes derivados hidrazonas, que podem ser identificados e quantificados rapidamente através de cromatografia gasosa ou líquida de alta resolução. O método por cromatografia líquida de alta resolução está em fase final de elaboração, prevendo-se para 1989 a sua efetivação como norma técnica.

Ambos os métodos de ensaio estabelecem que o condicionamento e a operação do veículo devem ser realizados de acordo com a norma NBR 6601 - Análise dos Gases de Escapamento de Veículos Rodoviários Automotores Leves a Gasolina. Essa mesma norma estabelece as condições de ensaio, amostragem e medição de CO, NO_x e HC nos veículos leves do ciclo Otto. No caso da medição de HC, a instrumentação utilizada para esse fim (detetor por ionização de chama), também quantifica outras emissões de substâncias orgânicas que compõem o CNQ, porém com fatores de resposta inferiores ao do HC. Como resultado, a medição de CNQ é inferior à real para os veículos a álcool e, embora não se constitua em método absolutamente correto para os veículos a gasool, pode ser considerada como aceitável, desde que o teor de álcool não ultrapasse 25% em volume.

Estudos estão sendo conduzidos para o estabelecimento de uma metodologia adequada para a medição correta de CNQ.

O Programa Nacional de Certificação de Conformidade de Veículos Automotores: Emissões - PROVEM, complementar ao PROCONVE, prescreve a medição da emissão evaporativa de veículos leves, movidos a álcool ou a gasool, através de uma câmara selada e das metodologias de ensaio e cálculo da massa de emissão, conforme o "Code of Federal Regulation - CFR", vol. 40, Part 86, 1981.

O método adotado no PROCONVE, tal como descrito originalmente no CFR, foi desenvolvido para veículos movidos a gasolina pura. A sua aplicação em veículos movidos a álcool exige duas modificações que dizem respeito ao cálculo da massa de álcool evaporado: correções da densidade de vapor e do erro sistemático introduzido pela diferente sensibilidade de detetor por ionização de chama ao etanol.

Um estudo realizado pela CETESB⁶, com a colaboração da Brosol e da Volkswagen do Brasil, apresenta a solução para este problema. O estudo conclui que não é necessário alterar os equipamentos de medição e que existe um fator de resposta linear para o detetor por ionização de chama, tanto para gasolina pura, quanto para etanol. Neste caso, é possível, com a aplicação de cálculos de calibração e dos resultados específicos para o etanol, corrigir-se um erro da ordem de 130%, que ocorre no caso da calibração e medição da emissão de álcool como propano. Observou-se, também, que o fator de resposta do analisador é intrínseco a cada aparelho, necessitando ser determinado experimentalmente.

A sistemática de medição e cálculo desenvolvidas neste trabalho, bem como as conclusões obtidas, estão sendo adotadas pela Subcomissão Convênio AEA-INMETRO na elaboração do texto base da norma brasileira de medição de emissão evaporativa, a ser submetido à Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Ainda quanto à emissão evaporativa, está também sendo estudado o problema de medição para veículos movidos com misturas gasolina-álcool. Embora a pesquisa ainda esteja em andamento, as informações disponíveis permitem admitir a necessidade da determinação de um fator de correção em função do teor de etanol na mistura evaporada para corrigir um erro, cuja ordem de grandeza é bastante inferior ao verificado para os veículos a álcool.

USO DE MISTURAS GASOLINA-ETANOL

Como as relações ar/combustível estequiométricas são 14,7:1 e 9,0:1 para a gasolina e para o etanol, respectivamente, as suas misturas terão relação ar/combustível intermediárias às citadas. Isto significa que a adição de um combustível ao outro equivale a uma alteração no sistema de alimentação do motor que provocasse o enriquecimento ou o empobrecimento da mistura, com seríssimas implicações nas emissões de escapamento.

A figura 1 mostra a influência da adição de etanol à gasolina, sobre as emissões de CO e aldeídos (alterações mais significativas) em veículos originalmente calibrados para gasolina pura. A calibração dos veículos atuais foi refinada para a proporção de 22% de etanol, de forma que novas mudanças no combustível produziram prejuízos em termos de controle da poluição.

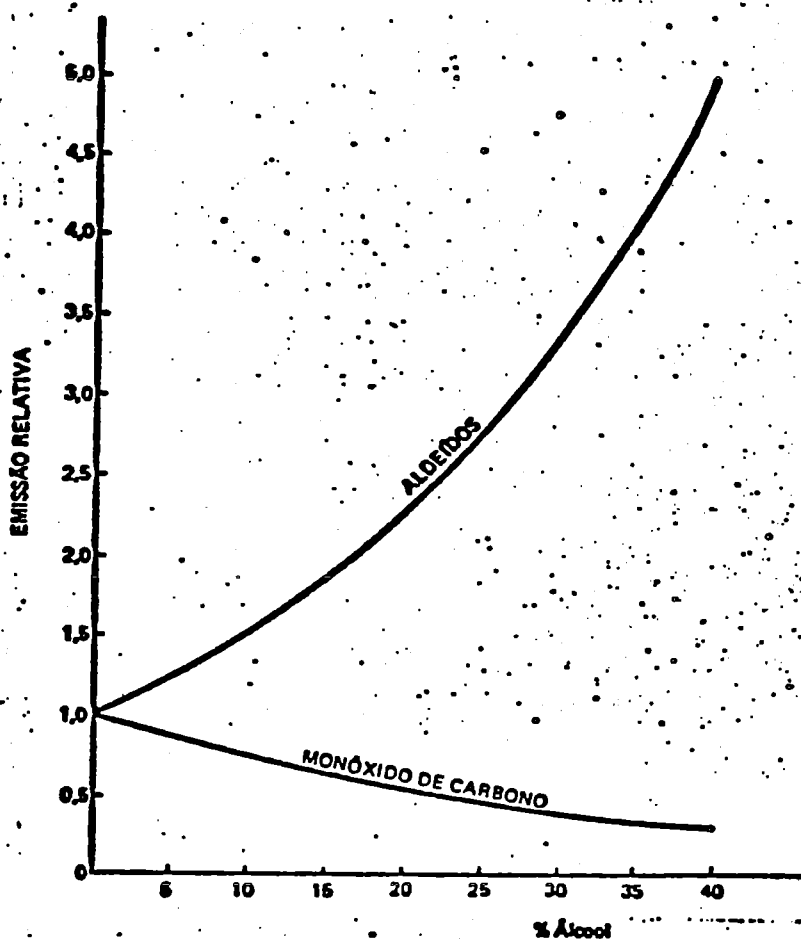


Figura 1 - Efeitos principais da adição de etanol à gasolina sobre as emissões de um motor a gasolina².

A figura 2 indica a influência da adição de gasolina ao etanol sobre as emissões de "HC" (CNQ medido como hidrocarboneto) e CO (variações mais significativas), para motores calibrados adequadamente para etanol hidratado. Novamente neste caso, mudanças na formulação do combustível são absolutamente condenadas, por implicarem em importantes prejuízos para a qualidade ambiental, decorrentes dos veículos já em circulação, que terão sua emissão de

poluentes alterada imediatamente após a mudança a nível de distribuição de combustível. Além disso, misturas de álcool e gasolina têm pressão de vapor dependentes da proporção dos combustíveis originais, de modo que alterações dessas proporções podem implicar em problemas adicionais de qualidade do ar por emissões evaporativas.

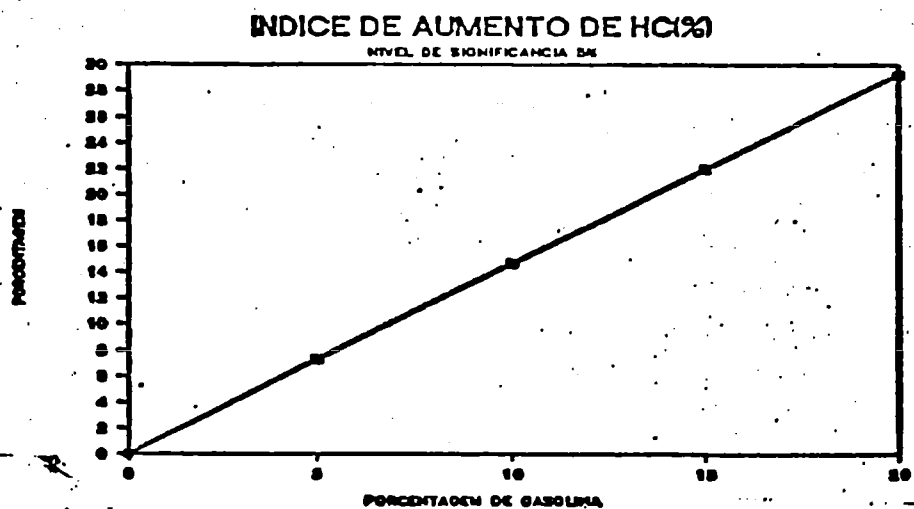
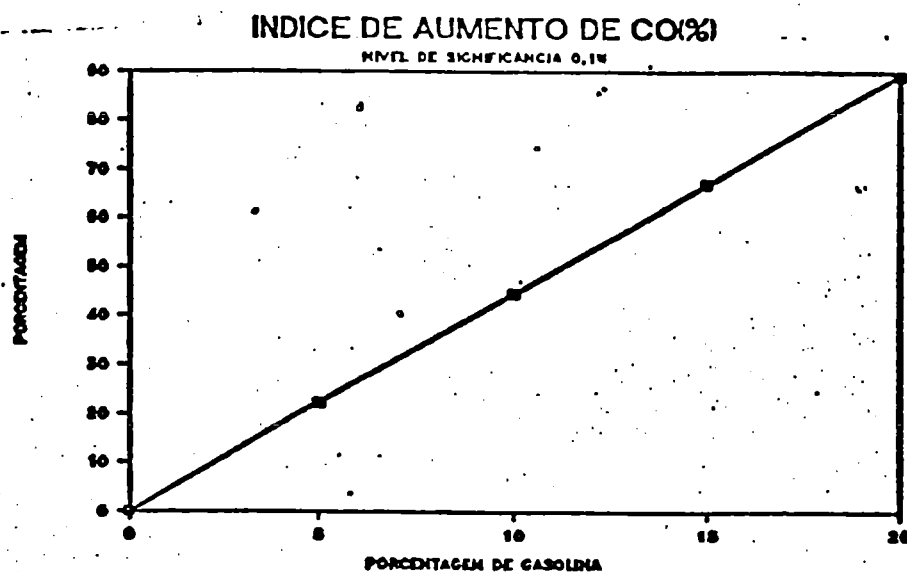


Figura 2 - Efeitos principais da adição de gasolina sobre as emissões de um motor a álcool[®].

USO DE VEÍCULOS CONVERTIDOS

Veículos a gasolina convertidos para uso de etanol e vice-versa são muito úteis para as pesquisas e estudos de viabilidade. Entretanto, mesmo as conversões realizadas em centros tecnológicos de alto gabarito padecem de deficiências que são exatamente as mudanças do motor original a serem efetuadas no projeto definitivo. Tais deficiências geralmente exercem pouca influência na maioria dos resultados, porém comprometem seriamente a emissão de poluentes. Além disso, conversões em entidades particulares, não são passíveis de controle tecnológico governamental de maneira abrangente e adequada. Por isso, as conversões não devem ser feitas em larga escala, especialmente para uso em centros urbanos.

VEÍCULOS PROJETADOS PARA USO DO ETANOL

Alguns fatores ou características do álcool favorecem a sua implantação como combustível veicular. A sua composição, mais simples do que a da gasolina e com características físicas mais bem definidas, propicia um dimensionamento mais preciso do projeto dos motores e, com isto, maior facilidade à adequação do motor ao combustível.

Os aprimoramentos desenvolvidos e realizados nos novos projetos de motores para etanol têm permitido a melhoria da sua eficiência, dirigibilidade, consumo e, conseqüentemente, a redução da emissão de poluentes, especialmente CO e CNQ.

Tais ganhos são devidos à melhor homogenização e distribuição de mistura ar-combustível, maior taxa de compressão etc., refletindo o aprofundamento dos conhecimentos tecnológicos do motor a álcool no Brasil. É importante salientar que muitas destas alterações foram transferidas e beneficiaram também o motor a gasolina.

NÍVEIS DE EMISSÃO DE POLUENTES

A tabela 2 mostra os níveis de emissão de veículos a álcool e a gasolina, típicos de determinadas gerações de motores, comparadas aos limites fixados pelo PROCONVE. Cabe ressaltar que os modelos certificados para 1989 atenderam aos limites estabelecidos pelo PROCONVE, com uma margem de segurança de 40% no mínimo, independentemente do tipo de combustível.

Tabela 2 - Valores típicos de emissões de veículos leves

	CO	HC	NO _x	ALDEÍDOS	EVAPORATIVA
Gasolina 86-88	22	2,0	1,9	0,04	23,7
Álcool 86-88	16	1,6 ^a	1,8	0,11	4,3 ^c
	88-91	24	2,1 ^a	-	6,0 ^b
PROCONVE	92-96	12	1,2 ^a	0,1 ^d	6,0
	97 ...	2	0,3 ^a	0,02 ^d	6,0

(a) subestimado, não corrigido para etanol.

(b) sem correção para etanol (equivalente a 15g reais, no caso do álcool).

(c) sem correção para etanol (equivalente a 10g reais).

(d) proposta.

Fonte: CETESB

REGULAMENTAÇÃO DA EMISSÃO DE ÁLCOOL E ALDEÍDOS

A utilização de álcool como combustível, seja misturado com a gasolina ou puro, resulta num aumento considerável da emissão de álcool e aldeídos, fato que coloca o Brasil numa situação única no mundo, com referência à poluição do ar por estes poluentes. Embora sua contribuição para a contaminação da atmosfera necessite, ainda, de uma caracterização mais precisa, sabe-se que, em especial, os aldeídos podem acelerar e intensificar a formação do smog fotoquímico, participam na geração de substâncias altamente irritantes, como o peroxiacetilnitrato (PAN) e contribuem na formação de chuvas e nevoeiros ácidos. Estes efeitos resultam em prejuízos econômicos e sociais de difícil conversão para valores monetários, mas devem ser considerados. Os principais efeitos são: redução da visibilidade ambiente, acidificação de solos e corpos de água, danos a materiais, fauna e flora e prejuízos às atividades agrícolas. Estima-se que a perda agrícola anual na Califórnia, EUA, devido a ação do smog fotoquímico e do PAN, seja da ordem de um bilhão de dólares por ano².

De um modo geral, admite-se que a tecnologia existente para o controle da emissão de hidrocarbonetos atua também na redução da emissão de álcool e aldeídos, embora, não necessariamente, na mesma proporção.

Considerando-se que a emissão desses poluentes é o resultado da oxidação parcial dos combustíveis, o seu controle se resume à otimização da combustão e à oxidação dos gases de exaustão. Neste sentido, já é possível observar uma redução dessa emissão nos motores brasileiros de última geração.

Admite-se, atualmente, que os conversores catalíticos se constituem na opção mais eficiente para o controle da emissão de compostos orgânicos. Uma avaliação do desempenho de protótipos de conversores, em desenvolvimento para veículos a álcool, indica uma eficiência de controle de aldeídos que chega a ser superior a 90%, para algumas formulações de catalisador.

Com vistas ao controle da emissão de álcool e aldeídos, a legislação brasileira está sendo revisada, tanto com a adequação de métodos de ensaio, quanto com proposição de padrões específicos.

DESENVOLVIMENTO FUTURO DO MOTOR A ALCÓOL

A busca de melhor consumo de combustível, maior desempenho e, sobretudo, do controle de emissões permanece como um desafio ao desenvolvimento do motor a álcool. Entretanto, os mecanismos de formação de poluentes e as técnicas de controle são conceitualmente os mesmos do motor a gasolina e igualmente aplicáveis, inclusive para a redução da emissão de combustível não queimado - "CNQ". Neste sentido, já existem conversores catalíticos para o controle de emissões do veículo a etanol e estudos bastante seguros demonstram a viabilidade da aplicação de injeção eletrônica de combustível para esses veículos. Pesquisas devem ser feitas no sentido de utilizar a ignição eletrônica com mapeamento do avanço de ignição e o aumento da taxa de compressão com controle de detonação por sensor piezoelétrico. Além disso, é recomendável o estudo de algumas técnicas e conceitos ainda em estágio de pesquisa e desenvolvimento que podem, eventualmente, dar bons resultados se aplicados ao motor a álcool. Dessa forma, a turbo-alimentação, a utilização de carburadores de descarga sônica e injeção de combustível devem ser pesquisados, dando continuidade imediata ao desenvolvimento dos motores a álcool, pois têm um potencial muito grande para o seu aprimoramento, podendo consagrá-lo definitivamente como a melhor opção.

Pela mesma razão, devem ser investigadas e desenvolvidas, para motores a álcool, as câmaras de combustão para carga estratificada, assim como as do tipo May Fireball e outras, visando aproveitar as vantagens oriundas das características deste combustível, já mencionadas acima, para a concepção de motores realmente modernos e adequados ao combustível, à economia e ao controle de emissões.

CONCLUSÃO

O uso do álcool como combustível automotivo tem decorrências ambientais semelhantes às provocadas pelos combustíveis fósseis e da mesma ordem de grandeza.

Os mecanismos que regem a formação e o controle de emissão de poluentes são conceitualmente os mesmos, assim como os métodos de medição aplicáveis, a ambos combustíveis, guardam grande semelhança entre si.

Dada à tendência do veículo a álcool emitir menores quantidades de CO, combustível evaporado e das emissões orgânicas serem quase isentas de aromáticos, esta é uma opção com grande potencial de trazer benefícios ao meio ambiente, desde que o projeto do veículo inclua as medidas necessárias ao controle de emissão.

Finalmente, é importantíssimo que a especificação e a tolerância das características dos combustíveis (álcool e gasool) sejam suficientemente rigorosas para a garantia de se atingir tais objetivos e que sejam mantidas ao longo do tempo como componente fundamental para assegurar o êxito de qualquer programa de controle ambiental.

BIBLIOGRAFIA

1. SZWARC, A. e BRANCO, G.M. - Automotive use of alcohol in Brazil and air pollution related aspects. SAE paper 850390, SAE International Congress & Exposition, Detroit, MI, March, 1985.
2. Formaldehyde - an assessment of its health effects. Report Committee on Toxicology, National Academy of Sciences, USA, 1980.
3. 4th. Annual report on carcinogenesis. US Department of Health and Human Services, USA, 1987.
4. MUNGER, J.W., JACOB, D.J., HOFFMANN, M.R. - The occurrence of bisulfite - aldehyde addition products in fog and cloudwater. Journal of Atmospheric Chemistry 1 (1984), 335-350.
5. Atmospheric chemical transformations. Final Report for CETESB, Daniel Grosjean and Associates, Inc., October, 1987.
6. LINKE, R.R.A., BRANCO, G.M. e CONTI, E.W. - Considerações sobre a medição de emissão evaporativa em veículos a álcool. Encontro Técnico "Tecnologia de Motores e Componentes e o PROCONVE", AEA, São Paulo, novembro, 1988.

7. BRANCO, G.M. - O álcool combustível e a poluição do ar. Simpósio Internacional COPERSUCAR, São Paulo, 1985.
8. CONTI, E.W. e CARVALHO, H. - A alteração dos combustíveis e a emissão veicular. Ambiente - Revista CETESB de Tecnologia, 2 (1988), 91-93.
9. BRANCO, G.M., FARAH, E.L., SZWARC, A. e PERENSIN, M. - A evolução das emissões veiculares com a implantação do PROCONVE. Encontro Técnico "Tecnologia de Motores e Componentes e o PROCONVE", AEA, São Paulo, novembro, 1988.

Data Aquis.:	2/5/89
Indic.:	doação
Beneficiário:	
Processo:	08
Data Termino:	22/5/89