

CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

DIRETORIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE EMISSÕES VEICULARES
DIVISÃO DE PESQUISA E CERTIFICAÇÃO DE VEÍCULOS
SETOR DE LABORATÓRIO DE VEÍCULOS

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Negreira Garcia
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Finhetos
05489-900 - SÃO PAULO - BR - SP

**O IMPACTO AMBIENTAL DO
PROCONVE**

AGOSTO DE 1986

DIRETORIA DE PESQUISA

Laboratório de Emissões Veiculares

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

O IMPACTO AMBIENTAL DO PROCONVE

Agosto/1986

APRESENTAÇÃO

O problema da poluição do ar nas grandes cidades vem se tornando a cada dia mais crítico, devido à constante ampliação de seus parques industriais e da circulação de veículos automotores. Para se atender aos padrões internacionais de qualidade do ar, na atmosfera da Região Metropolitana de São Paulo são necessárias reduções da ordem de 65% e 95% nas concentrações de CO e HC respectivamente (Branco, 1985)

Um dos principais responsáveis por esses altos índices de poluição do ar são os veículos automotores, e com a finalidade de controlar essa grande fonte de poluição do ar, foi criado o "Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores- PROCONVE"

No presente trabalho é analisado o efeito do PROCONVE nas emissões dos veículos leves a álcool e a gasolina, numa projeção até 1999, na Região Metropolitana de São Paulo.

Este trabalho foi elaborado por,

ENGº EDUARDO MASCARENHAS MURGEL
Divisão de Fontes Móveis
CETESB

O IMPACTO AMBIENTAL DO PROCONVE

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA E SEPARAÇÃO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem o objetivo de avaliar o efeito do **PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS AUTOMOTORES - PROCONVE**, nas emissões de poluentes por veículos leves na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

O PROCONVE foi criado pelo **Conselho Nacional do Meio Ambiente** em maio de 1.986 com a finalidade de reduzir a emissão de poluentes pelo escapamento de veículos automotores com motor do ciclo Otto (álcool e gasolina) e Diesel; e emissões evaporativas.

Segundo BRANCO (1985), as emissões de escapamento de veículos leves foram responsáveis por 84% do monóxido de carbono (CO), 41% dos hidrocarbonetos (HC) e 18% dos óxidos de nitrogênio (NO_x) emitidos em 1.981 na RMSP. Nota-se dessa forma, a grande influência dos veículos leves nos índices de poluição do ar. O presente trabalho foi realizado na tentativa de se prever, por modelagem matemática, a carga de poluentes emitida pelo escapamento de veículos leves na RMSP nos próximos quinze anos, com e sem a aplicação do PROCONVE, e dessa forma se avaliar o benefício que o programa trará, no futuro, quanto às emissões de escapamento de veículos leves na RMSP.

A metodologia aplicada é a mesma utilizada por MURGEL et alii (1.986), em relatório preliminar que constitui parte substancial deste trabalho.

Diante da diversidade de possibilidades de evolução da frota de veículos no futuro, foram feitas estimativas da emissão de poluentes por veículos leves para cada ano, desde 1.984 até 1.999, baseadas em diversas hipóteses de crescimento industrial e de volume de produção de veículos a álcool e gasolina, as quais foram admitidas como os limites prováveis para esses parâmetros, em função de dados históricos e perspectivas do país.

2. METODOLOGIA DE CÁLCULO

A metodologia de cálculo adotada nesse trabalho é similar à utilizada pela United States Environmental Protection Agency - USEPA e considera que a emissão total de um determinado poluente atmosférico, por veículos automotores, numa determinada data, é

a somatória da emissão desse poluente pelos veículos que compõe a frota circulante nesta data. Por questões de avanços tecnológicos, introdução de novos modelos, etc., os veículos da frota circulante são agrupados de acordo com o ano-modelo. Para efeito de cálculo, são considerados a quilometragem média anual de cada ano-modelo, a emissão média do poluente em questão, denominada fator de emissão (FE), o número de veículos da frota circulante, bem como a deterioração do motor em função do uso, a qual é denominada fator de deterioração (FD), a qual altera substancialmente o fator de emissão.

Para este trabalho, considerou-se que os poluentes de interesse são o monóxido de carbono (CO), os hidrocarbonetos (HC) e os óxidos de nitrogênio (NO_x), emitidos pelo tubo de escapamento dos veículos automotores leves. É importante observar que o que chamamos, por convenção, neste trabalho, de hidrocarbonetos, significa, na realidade, a parcela de combustível não queimado, ou parcialmente queimado, e que pode ser hidrocarbonetos, alcôois, aldeídos, cetonas e outros compostos. A frota circulante é representada pelos veículos licenciados na Região Metropolitana de São Paulo e o estudo considera o período compreendido entre 1.984 e 1999.

2.1. Emissão de cada ano-modelo

A emissão de um poluente de cada ano-modelo é calculada multiplicando-se a frota atualizada para um certo ano pela quilometragem anual média para veículos daquela idade e pelo fator de emissão (g/km) do ano-modelo corrigido para o ano em questão, em função da degradação do veículo.

O resultado é expresso em t/ano, posteriormente convertido em t/dia.

2.1.1. Frota atualizada

Define-se como frota atualizada a frota circulante de um determinado ano-modelo, em dezembro de um dado ano. Essa frota é representada pelo número dos veículos do ano-modelo que entram em circulação, multiplicado por um fator de retirada, que é função da idade dos veículos.

A frota atualizada até o ano de 1.984 é aquela admitida como a real, segundo números obtidos na publicação do GEIPOT

(1984). Para anos-modelo de 1985 a 1999, a frota que entra em circulação é aquela comercializada no ano anterior, acrescida da taxa de crescimento industrial da hipótese considerada.

2.1.2. Fator de emissão

O fator de emissão para os anos-modelo anteriores a 1985 é a média dos valores obtidos no Laboratório de Emissões Veiculares da CETESB, ponderada conforme a participação de cada marca na frota.

Para os modelos posteriores a 1985, o fator de emissão adotado é 60% do limite de emissão permitido pelo PROCONVE, tendo em vista que esta é a margem de segurança usualmente adotada pelos fabricantes de veículos ou, na hipótese da não aplicação do PROCONVE, os fatores de emissão são considerados constantes de 1985 até 1999.

Os fatores de emissão assim calculados são válidos para veículos novos. Para os veículos com idade superior a um ano, considera-se um aumento de emissão de CO e HC, em função da deterioração do motor.

Os fatores de deterioração utilizados, apresentados no item 3.4., foram extraídos do estudo da USEPA (1981).

2.1.3. Quilometragem média do ano-modelo

A quilometragem média anual de um veículo também é função da sua idade, visto que, em geral, os veículos mais novos e confiáveis são utilizados nos casos em há necessidade de uso mais intenso.

Assim, para cada ano-modelo, atribui-se um valor de quilometragem média anual, fruto de pesquisas realizadas em São Paulo, que por sua vez, são similares aos valores norte-americanos.

2.2. Emissão total

Em pesquisa realizada pela CETESB, em 1982, verificou-se que a vida média de uma frota de determinado ano-modelo é de cerca de 11 anos, sendo que a vida total desta chega a 22 anos. Portanto, para se estimar a emissão total de cada

poluente (CO, HC e NO_x) em um determinado ano, considera-se os 11 anos-modelo anteriores e, ainda, os veículos comuns de 11 anos de idade, englobados em uma só classe, considerada como sendo composta por veículos com os mesmos fatores de emissão atribuídos aos veículos de 12 anos.

Embora isto possa trazer uma diminuição artificial nos resultados, esta é muito pequena. A emissão total é, então, dada pela soma dos doze resultados parciais obtidos para cada ano-modelo.

2.3. Eficácia do PROCONVE

Como poderá ser visto nos resultados, o crescimento industrial e a relação entre a produção de veículos a álcool e a gasolina exercem influência importantíssima sobre o total de emissões, o que dificulta a avaliação sobre a eficácia do programa em si, descontados os efeitos dos demais parâmetros, que independem do controle de poluição e das inovações tecnológicas necessárias para isso.

Assim, a eficácia definida a seguir mede o índice de mérito das inovações tecnológicas necessárias ao cumprimento da proposta de controle.

De acordo com o descrito no item 2.2., foi calculada a previsão de emissão de CO, HC e NO_x para cada ano, desde 1984 até 1999. Isso foi feito, considerando-se a manutenção dos fatores de emissão atuais, o que representa uma previsão de emissão de poluentes sem controle para os modelos a partir de 1985, bem como calculou-se, da mesma maneira, a previsão de emissão, aplicando-se os fatores de emissão decorrentes da aplicação do PROCONVE.

A eficácia do PROCONVE é definida pela seguinte expressão:

$$E_f(\%) = 100 - \frac{E_m \text{ (PROCONVE)}}{E_m \text{ (sem controle)}} \times 100$$

onde: $E_m \text{ (PROCONVE)}$ = previsão de emissão total de poluentes num dado ano, com a entrada em vigor do PROCONVE;

onde: E_m (sem controle) = previsão de emissão total de poluentes no mesmo ano, caso se mantenham os fatores de emissão médios atuais

Calculada desta forma, a eficácia representa a redução percentual da emissão de cada poluente em determinado ano, devido à aplicação do PROCONVE em relação ao que aconteceria se fossem mantidas as demais hipóteses e os fatores de emissão atuais.

3. PARÂMETROS BASE

A seguir, são apresentados os parâmetros base utilizados nos cálculos de emissão de CO, HC e NO_x.

3.1. Distribuição da quilometragem média rodada por faixa etária

Idade (anos)	km média (anual)
1	22.000
2	19.000
3	17.000
4	15.000
5	14.000
6	14.000
7	14.000
8	13.000
9	13.000
10	13.000
11	10.000
> 12	9.000

Fonte: CETESB

3.2. Taxa de retirada de veículos por faixa etária

ANO	% DE RETIRADA
1	0,2
2	0,5
3	1,0
4	2,0
5	3,5
6	8,0
7	15,0
8	32,0
9	48,5
10	60,0
11	67,0
12	70,0
13	72,0
14	73,5
15	75,0
16	76,0
17	77,0
18	79,0
19	81,5
20	86,0
21	92,0
22	100

Fonte: CETESB

NOTA: O percentual de retirada é sempre aplicado ao total da frota no ano de sua comercialização.

3.3. Fator de emissão

Para os veículos fabricados de 1973 a 1985, foram adotados os seguintes fatores de emissão, expressos em g/km, sendo esses valores válidos para motores novos, devendo ser sobre eles aplicados os fatores de degradação, conforme item 3.4..

ANO-MODELO	CO	HC*	NO _x
de 1973 a 1979	54	4,7	1,5
de 1980 a 1985 (a gasolina)	33	3	1,4
de 1980 a 1985 (a álcool)	18	1	1

OBS: (*) Pesquisas recentes ainda em andamento mostram que a leitura dos "HC" (etanol e outros componentes orgânicos) emitidos pelo motor a álcool são subestimados, devendo ser multiplicados por um fator, a ser confirmado, provavelmente entre 2 e 3,5.

Fonte: CETESB

3.4. Fatores de deterioração

Para os veículos fabricados a partir de 1977 inclusive, utilizou-se os fatores de deterioração calculados para os modelos 1968/69 dos Estados Unidos, ou seja:

$$FDCO = \frac{56,34 + 2,55 y}{56,34}$$

$$FDHC = \frac{4,43 + 0,25 y}{4,43}$$

Para os veículos a gasolina, anteriores a 1977, utilizou-se os fatores de deterioração para os modelos pré-1968 dos Estados Unidos, ou seja;

$$FDCO = \frac{78,27 + 2,5 y}{78,27}$$

$$FDHC = \frac{7,25 + 0,18 y}{7,25}$$

Para todas as equações, $y = \frac{\text{quilometragem acumulada}}{1,61 \times 10.000}$

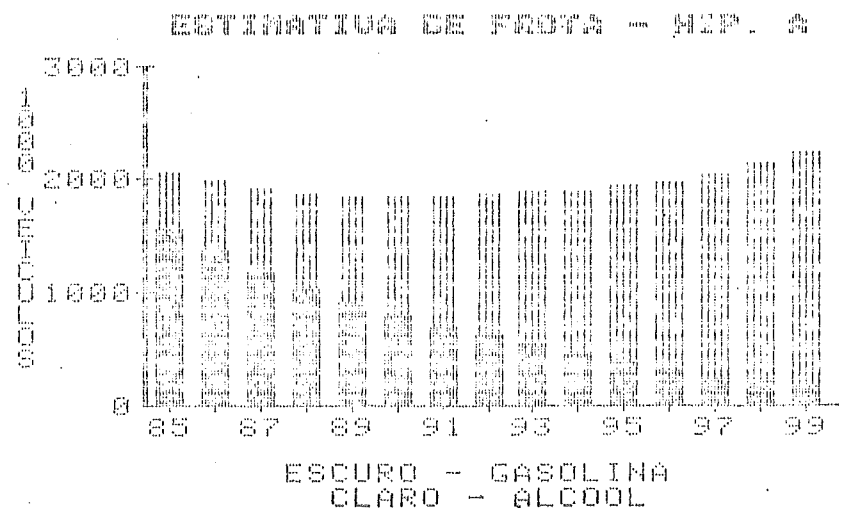
Para a emissão do NO_x , considerou-se não haver deterioração ao longo do tempo, conforme indicado na literatura consultada. Para CO e HC, o fator de emissão FE para uma determinada quilometragem é dado por:

$$FE = FE_{(inicial)} \times FD$$

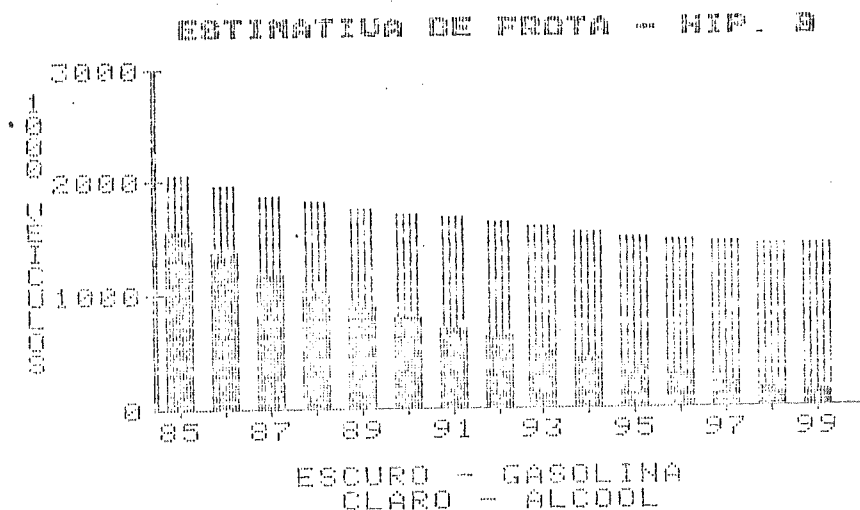
4. HIPÓTESE DE PREVISÃO DA FROTA

A fim de se obter um estudo abrangente, foram adotadas diversas hipóteses de crescimento da frota de veículos leves e da proporção de veículos a álcool e a gasolina comercializados.

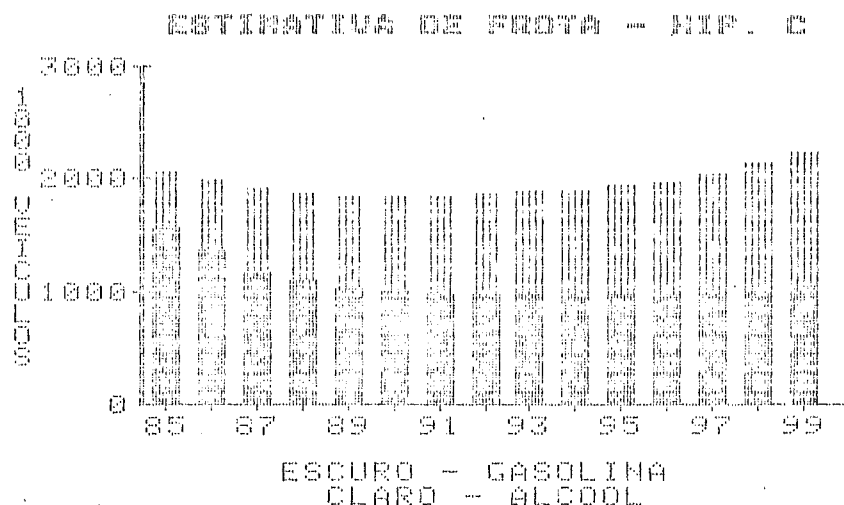
A hipótese denominada "A" prevê um crescimento de vendas de 6% ao ano, ou seja, o número de veículos vendidos em um ano é 6% maior que o do ano anterior. Esse número foi escolhido por representar o crescimento industrial atual e, também, a meta dos próximos anos. A participação dos veículos a álcool, segundo essa hipótese, manteria o valor atual de 95% sobre o total das vendas no ano.

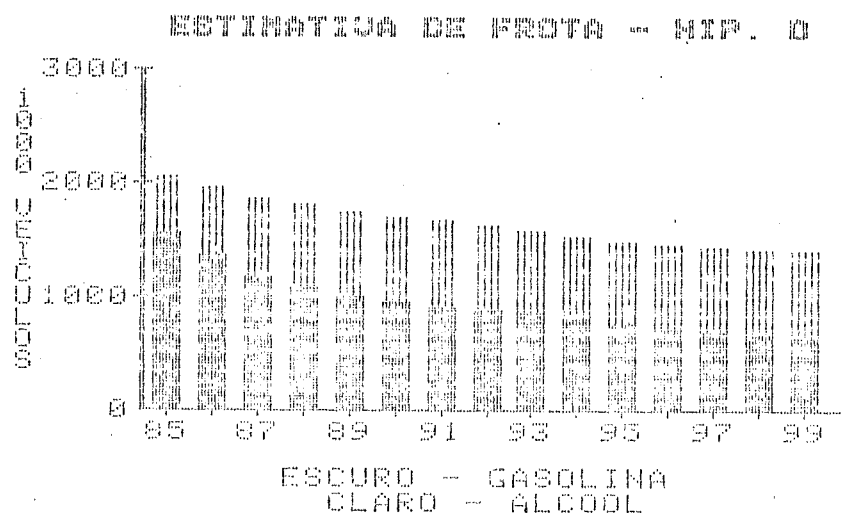


A hipótese "B" considera uma redução no crescimento industrial, baixando para 1% ao ano, mas mantendo-se a participação dos veículos a álcool em 95%.

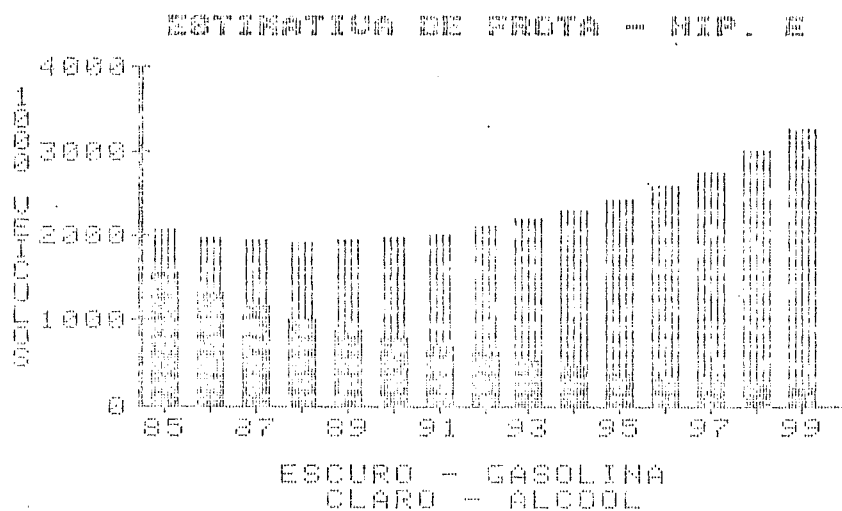


A hipótese "C" e "D", com crescimento industrial de 6% e 1% ao ano, respectivamente, supõem que a partir de 1988 a participação dos veículos a álcool, no total de vendas, passe de 95% para 50%.



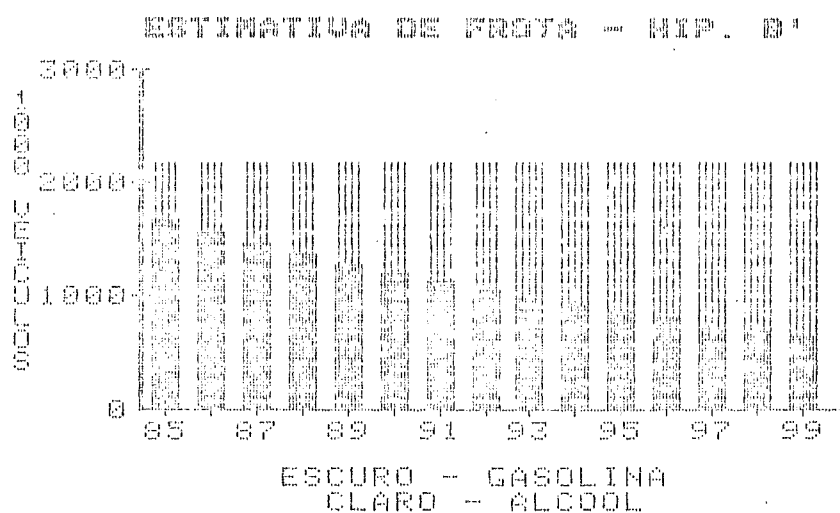
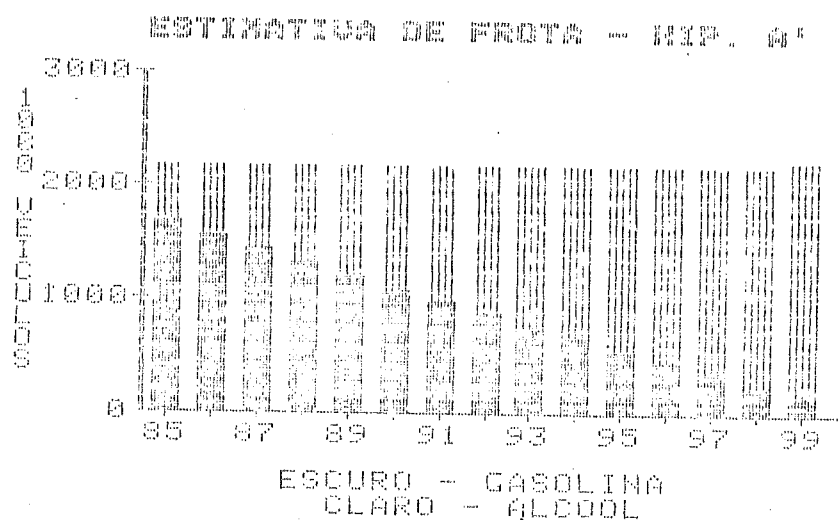


A hipótese "E" é a menos conservadora de todas, prevendo um crescimento industrial de 10% e mantendo-se a proporção de 95% de veículos a álcool.

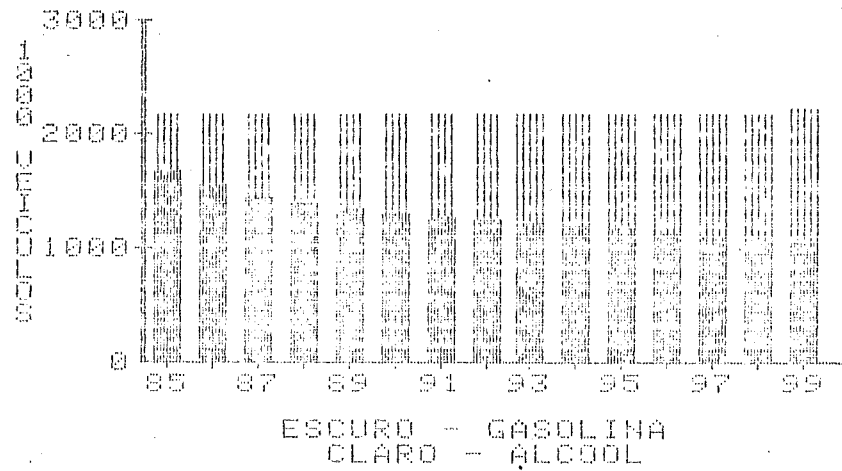


Devido ao sucateamento de veículos, conforme a tabela 3.2., ao se estimar a frota futura, segundo as hipóteses anteriormente citadas, verificou-se em certos casos, uma diminuição do total de veículos em circulação; como o sucateamento é fortemente dependente da comercialização nos anos passados, admitiu-se que num período de crise não houvesse propriamente uma diminuição da frota, mas sim um aumento da vida média dos veículos, adiando o sucateamento destes para depois da crise. Por isso, levantou-se novas hipóteses, denominadas "A", "B", "C", "D" e "E",

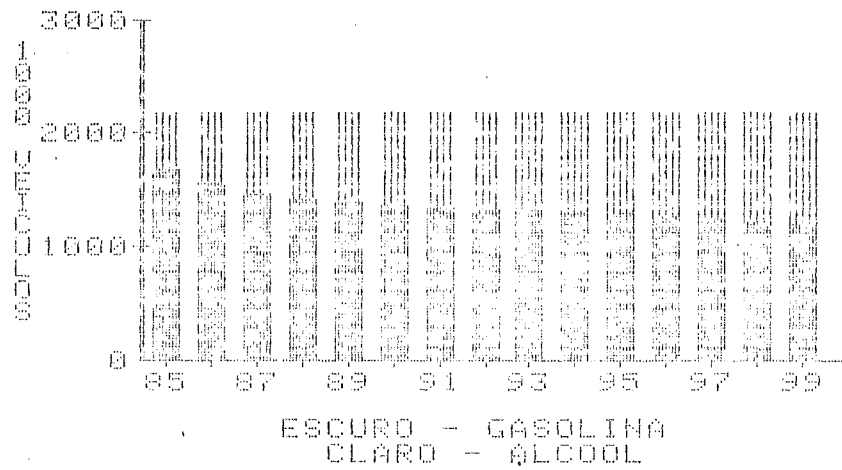
semelhante às anteriores, porém limitando o número de veículos retirados de circulação em um determinado ano, ao número total de veículos novos vendidos naquele ano. Nos anos em que isto ocorreu, este corte foi distribuído proporcionalmente por todos os anos-modelo.



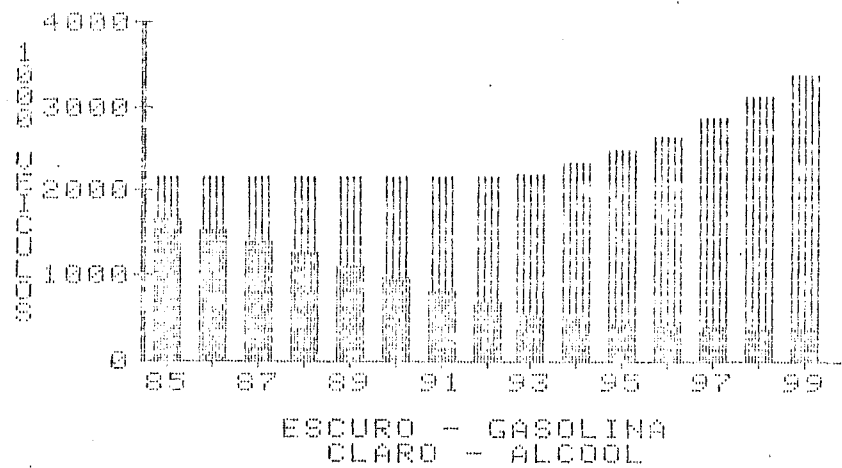
ESTIMATIVA DE FROTA - NIP. C'



ESTIMATIVA DE FROTA - NIP. D'



ESTIMATIVA DE FROTA - NIP. E'



Em resumo, foram estudadas as seguintes hipóteses:

Hipótese	Crescimento de vendas (%)	veic. álcool / veic. a gasolina (%)	Admite (ou não) diminuição da frota
A	6	95	sim
B	1	95	sim
C	6	95 até 1987 50 a partir de 1988	sim
D	1	95 até 1987 50 a partir de 1988	sim
E	10	95	sim
A'	6	95	não
B'	1	95	não
C'	6	95 até 1987 50 a partir de 1988	não
D'	1	95 até 1987 90 a partir de 1988	não
E'	10	95	não

5. O PROCONVE

Para os veículos leves com motor do ciclo Otto, o PROCONVE regula-
lamenta os seguintes limites para os fatores de emissão:

- Para as novas configurações de veículos lançadas a partir de 1º de junho de 1988 (considerou-se, para efeito de cálculo, como 25% da frota de veículos ano-modelo 1988):

CO - 24 g/km

HC - 2,1g/km

NO_x - 2 g/km

- A partir de 1º de janeiro de 1989, para uma relação de veículos que representam cerca de 50% da produção total.

CO - 24 g/km

HC - 2,1g/km

NO_x - 2 g/km

- Todos os veículos leves a partir de 1º de janeiro de 1990:

CO - 24 g/km

HC - 2,1g/km

NO_x - 2 g/km

- Todos os veículos leves a partir de 1º de janeiro de 1992:

CO - 12 g/km

HC - 1,2g/km

NO_x - 1,4g/km

- Todos os veículos leves a partir de 1º de janeiro de 1997:

CO - 2 g/km

HC - 0,3g/km

NO_x - 0,6g/km

6. RESULTADOS

Aplicando-se a metodologia descrita no item 2 para cada uma das hipóteses de crescimento da frota relacionadas no item 4, foram elaboradas 10 tabelas de resultados.

Cada tabela mostra, para uma hipótese de crescimento da frota, a estimativa das frotas a álcool e a gasolina até 1999, as projeções de emissão com e sem a aplicação do PROCONVE, e a eficácia deste.

A seguir estão reproduzidas duas destas tabelas, a das hipóteses C e B', que representam, respectivamente, os casos em que foram observadas a máxima e a mínima eficácia. Após cada tabela, encontram-se os gráficos representando as estimativas de emissões.

ESTIMATIVA DE EMISSÃO - VEÍCULOS LEVES

HIPOTESE: C

CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO : 6 %

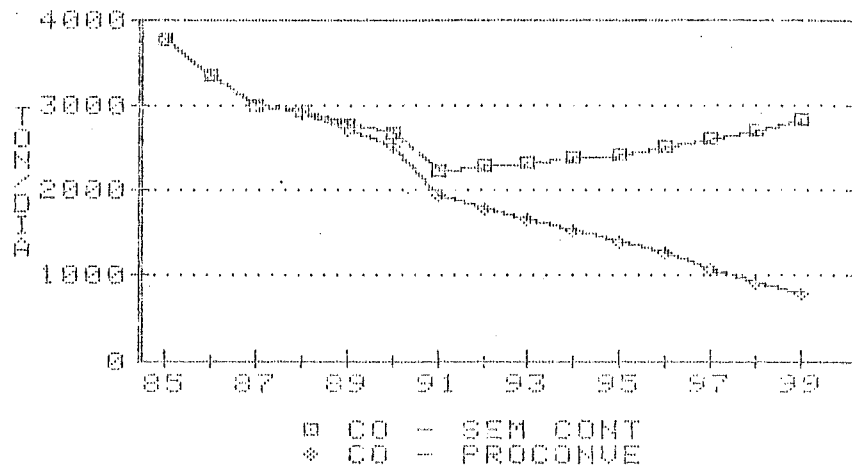
RELACAO ALCOOL/GASOLINA : 95 % : ATE 1987
50 % : 1988 EM DIANTE

ACEITA DIMIN. DA FROTA ? : SIM

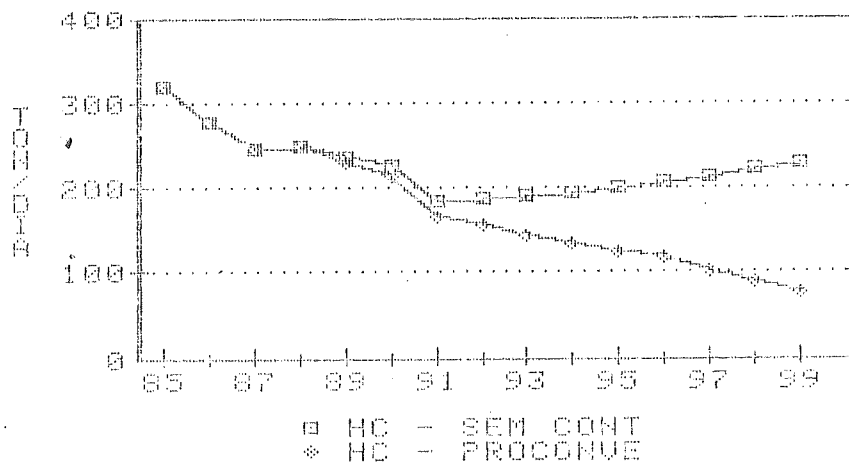
PROPOSTA : PROCONVE

ANO	FROTA.....			EMISSÃO (T/DIA).....						EFICÁCIA (%)		
	MILHARES DE VEIC			SEM CONTROLE.			...PROPOSTA...			...PROPOSTA..		
	GAS.	ALC.	TOT.	CO	HC	NOX	CO	HC	NOX	CO	HC	NOX
84	1797	374	2171	4301	366	110	4301	366	110	0	0	0
85	1568	485	2053	3775	318	99	3775	318	99	0	0	0
86	1371	599	1970	3335	277	91	3335	277	91	0	0	0
87	1197	710	1907	3007	245	86	3007	245	86	0	0	0
88	1113	753	1866	2924	249	84	2898	247	84	1.89	1.80	0
89	1050	791	1841	2769	234	82	2691	228	82	2.6	2.6	0
90	1015	819	1834	2686	225	82	2500	213	82	6.9	5.3	0
91	1002	839	1841	2239	185	82	1945	165	82	13.	11.	0
92	1002	857	1859	2275	188	84	1792	154	80	21.	18.	4.2
93	1004	875	1879	2322	191	86	1652	144	79	29.	25.	2.1
94	999	897	1896	2373	195	89	1513	134	78	36.	31.	12.
95	991	930	1921	2427	199	91	1378	124	77	43.	38.	13.
96	993	975	1968	2503	205	95	1267	116	77	59.	43.	19.
97	1004	1028	2032	2597	212	99	1084	101	71	93.	52.	23.
98	1028	1088	2116	2709	221	104	925	85	65	66.	60.	38.
99	1061	1151	2212	2834	230	109	771	76	61	75.	67.	43.

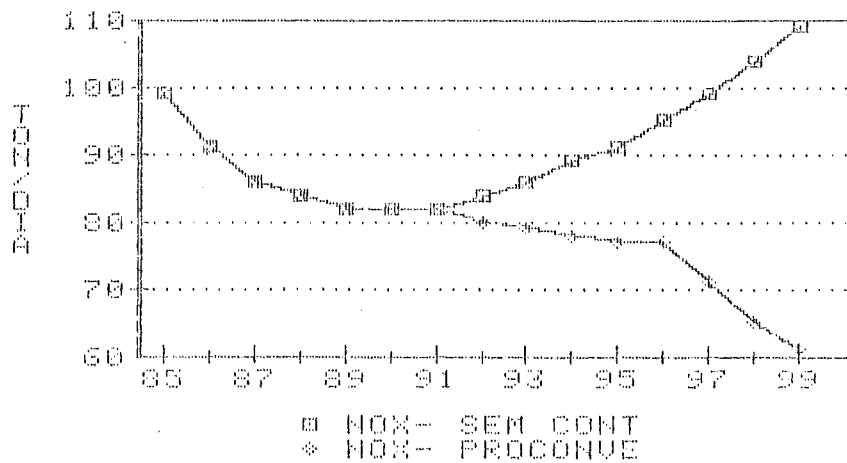
EMIÇÃO DE CO - HIP. C



EMIÇÃO DE HC - HIP. C



EMIÇÃO DE NOX - HIP. C



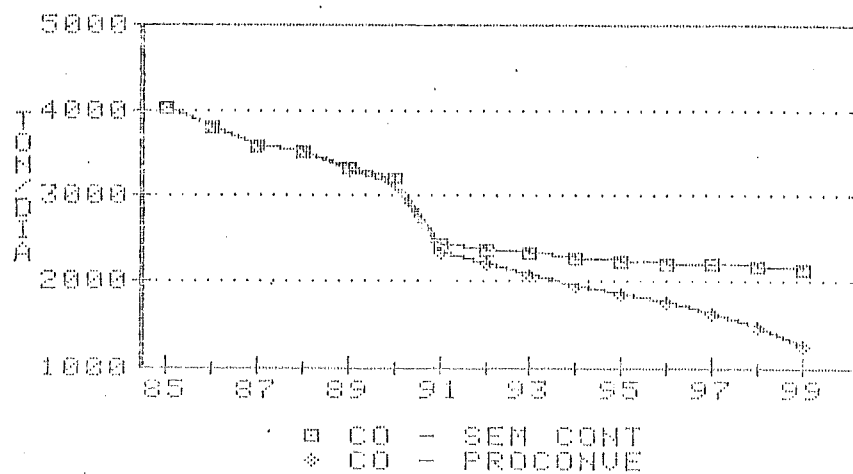
ESTIMATIVA DE EMISSAO - VEICULOS LEVES

HIPOTHESE: B' CRESCIMENTO DA PRODUCAO : 1 %
RELACAO ALCOOL/BASOLINA : 95 %
ACEITA DIMIN. DA FROTA ? : NAO

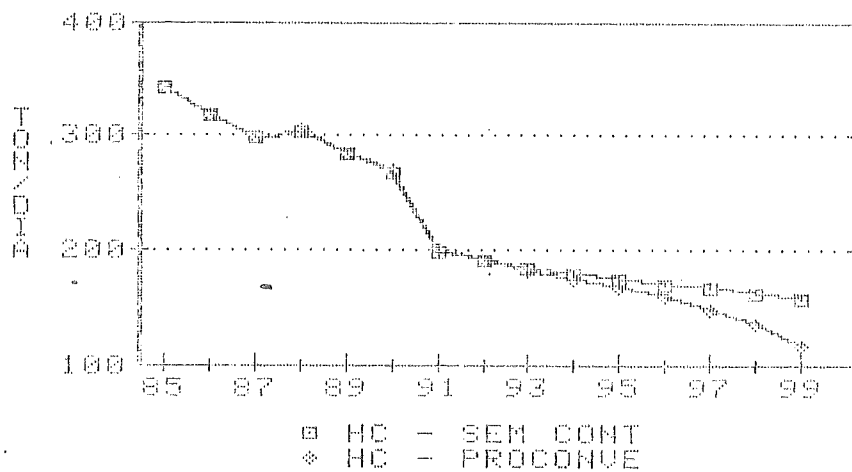
PROPOSTA : PROCONVE

ANO	FROTA.....			EMISSAO (T/DIA).....						EFICACIA (%)		
	MILHARES DE VEIC	SAS. ALC.	TOT.	SEM CONTROLE.			...PROPOSTA...			...PROPOSTA..		
				CO	HC	NOX	CO	HC	NOX	CO	HC	NOX
84	1797	374	2171	4301	366	110	4301	366	110	0	0	0
85	1689	482	2171	4040	342	105	4040	342	105	0	0	0
86	1583	588	2171	3786	317	100	3786	317	100	0	0	0
87	1481	690	2171	3578	297	97	3578	297	97	0	0	0
88	1385	786	2171	3521	304	94	3512	305	94	26	-1.3	0
89	1294	877	2171	3328	284	91	3304	284	92	72	0	-1.
90	1212	959	2171	3189	268	89	3133	270	91	118	-1.7	-2.
91	1139	1032	2171	2409	197	85	2524	200	86	31.5	-2.	-4.
92	1071	1100	2171	2358	190	84	2187	190	86	71.3	0	-9.
93	1006	1168	2171	2314	184	83	2064	181	83	11.	1.6	0
94	941	1230	2171	2279	179	83	1934	173	82	11.	3.4	1.2
95	877	1294	2171	2247	174	82	1851	165	80	18.	5.2	2.4
96	817	1354	2171	2216	169	82	1754	158	79	21.	6.8	3.2
97	760	1411	2171	2186	165	82	1610	146	73	24.	12.	11.
98	708	1463	2171	2162	161	81	1477	135	69	32.	18.	13.
99	659	1512	2171	2137	157	81	1246	116	64	42.	26.	21.

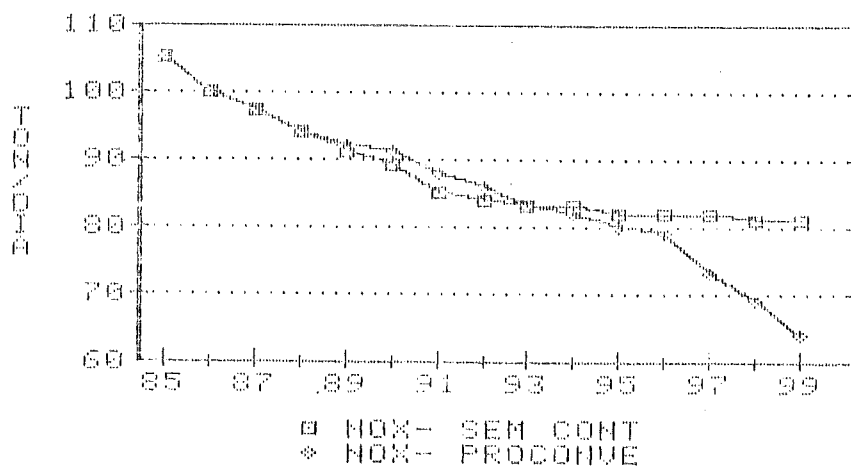
EMIÇÃO DE CO - HIP. B'



EMIÇÃO DE HC - HIP. B'



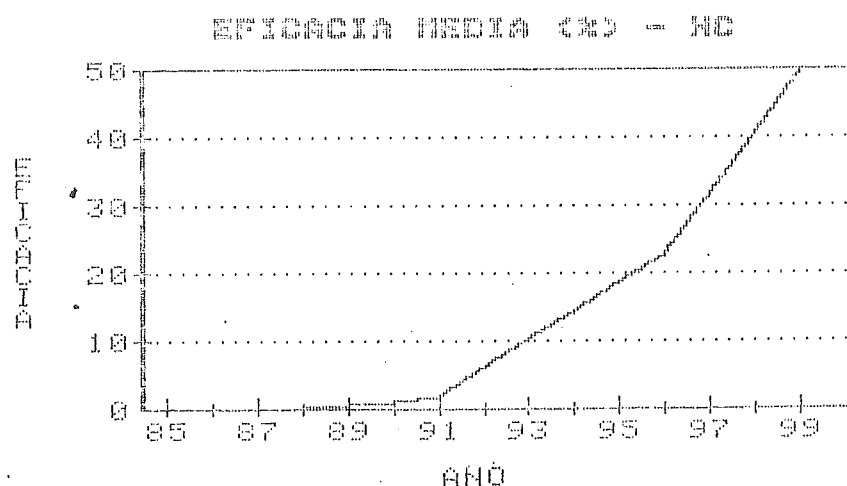
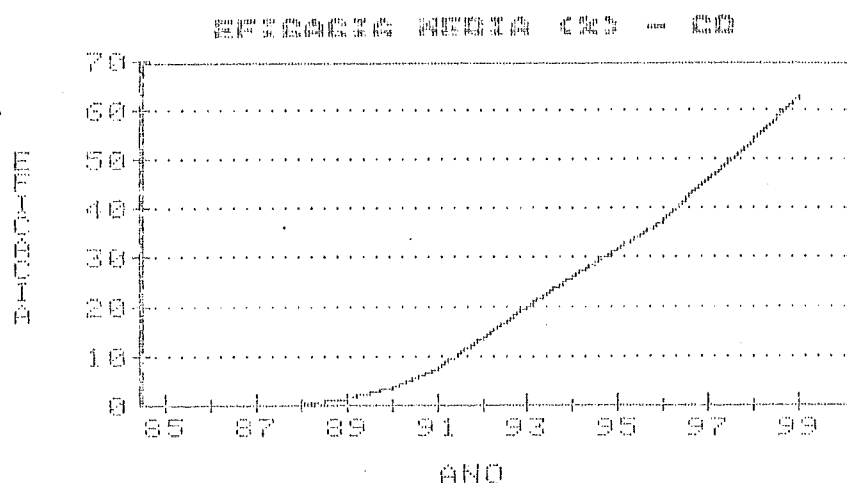
EMIÇÃO DE NOX - B'



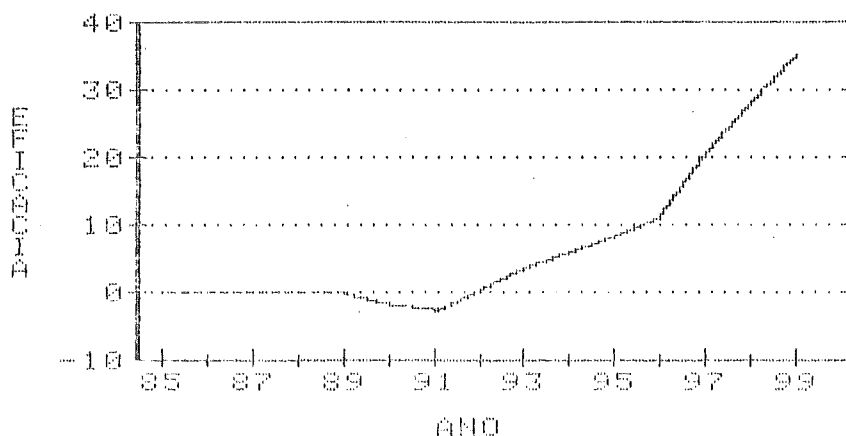
7. EFICÁCIA MÉDIA

Foi calculada a eficácia do **PROCONVE**, conforme descrito no item 2.3., até 1999, para cada uma das dez hipóteses de crescimento de frota. Como os valores variam muito de um caso para outro, foi calculada a média aritmética das eficácias obtidas para cada hipótese. Dessa forma, pode-se obter uma avaliação menos sensível às influências externas, ou seja, às variações de mercado, chegando-se finalmente, a uma boa base de comparação entre as emissões veiculares em consequência do **PROCONVE**, e aquelas que ocorreriam caso não entrasse em vigor essa legislação.

A seguir são apresentados os gráficos de eficácia média de **CO**, **HC** e **NO_x** no período de 1985 até 1999.



EFICACIA MEDIA (A2) - NOM



8. ANÁLISE DOS RESULTADOS

8.1. Evolução da frota

Observando-se as figuras do item 4 que ilustram as diversas hipóteses de evolução da frota, nota-se uma clara tendência de crescimento da frota de veículos a álcool e de diminuição da frota de veículos a gasolina.

O comportamento da frota total apresenta tendências de crescimento, redução ou constância em função das hipóteses de crescimento industrial considerados, bem como da influência do sucateamento dos veículos em função de sua idade.

Considera-se relevante o fato de que nas hipóteses em que os veículos a álcool representam 95% da frota comercializada, a frota de veículos a álcool tornaria-se dominante ao redor de 1990, ou seja, passaria a representar mais de 50% da frota de veículos leves. Mesmo em caso de mudança na atual tendência do mercado de vendas, ou seja, uma proporção de 50% para veículos a gasolina e a álcool a partir de 1988 (hipóteses "C", "D", "C'" e "D'"), a frota de veículos a álcool torna-se dominante, com exceção da hipótese "D'", ao redor de 1997.

8.2. Emissão de CO

Observando-se os resultados obtidos, nota-se que as estimativas de emissão de CO sem a aplicação do PROCONVE, até 1990, reduzem-se bastante, e independem da hipótese de cres

cimento da frota aplicada. Somente a partir de 1991 é que passa a haver uma sensível diferença nas emissões de **CO**. Tal fato vem demonstrar que o fator dominante no processo é o crescimento da frota de veículos a álcool em contra posição à redução da frota de veículos a gasolina, conforme já mencionado em 7.1..

Para as hipóteses "A", "B", "C", "D" e "E", os níveis de emissão sem controle em 1999 se situam, aproximadamente entre 1300 t/dia e 3200 t/dia de **CO**. Para as hipóteses "A'", "B'", "C'", "D'" e "E'", os níveis de emissão, no mesmo ano, se situam, aproximadamente, entre 2100 t/dia e 3400 t/dia de **CO**.

Analisando-se as curvas de emissão de **CO** com a aplicação do **PROCONVE**, nota-se que este só começa a surtir efeito sensível na atmosfera a partir de 1992, sendo que na quase totalidade dos casos as emissões caem abaixo de 1000 ton/dia até o final do período, o que significa uma redução para cerca de 25% dos níveis atuais. A eficácia média na redução da emissão de **CO** chega a 63% em 1999.

8.3. Emissão de HC

Para as emissões de **HC** sem aplicação do **PROCONVE**, os comentários feitos no item 8.2. também se aplicam, sendo que para as hipóteses "A", "B", "C", "D" e "E", os níveis de emissão sem controle, em 1999, se situam aproximadamente entre 85 t/dia e 230 t/dia de **HC**. Para as hipóteses "A'", "B'", "C'", "D'" e "E'", os níveis de emissão, no mesmo ano, se situam aproximadamente entre 135 t/dia e 230 t/dia de **HC**.

Analisando-se os gráficos que contêm as estimativas de emissão de **HC** com a aplicação do **PROCONVE**, observa-se que dependendo da hipótese aplicada, o efeito do programa torna-se sensível a partir de 1992 nos casos mais favoráveis (ver gráfico da hipótese **C** no item 6), até 1997 nos piores casos (ver gráfico da hipótese **B'** no item 6). Até 1999, em praticamente todos os casos a emissão de **HC** cai abaixo de 100 ton/dia, o que representa 27% do nível de emissão atual. Ao final do período analisado a eficácia média atinge 50%.

8.4. Emissão de NO_x

A emissão de **NO_x** sem a aplicação do **PROCONVE**, como observa do nos casos de **CO** e **HC**, reduz até 1991, porém, de forma me nos acentuada, indicando, portanto, menor influência da substituição da frota movida a gasolina pela movida a álcool na emissão total de **NO_x**. Os comentários feitos em 8.2. apli cam-se também a este caso, a partir de 1991, ou seja, des de esta data tornam-se sensíveis as diferenças, devidas às diversas hipóteses nas emissões de **NO_x**.

Para as hipóteses "A", "B", "C", "D" e "E", os níveis de emissão sem controle, em 1999, se situam aproximadamente entre 55 t/dia e 140 t/dia de **NO_x**. Para as hipóteses "A'", "B'", "C'", "D'" e "E'", os níveis de emissão, no mesmo ano, se situam aproximadamente entre 70 t/dia e 150 t/dia de **NO_x**.

Com a aplicação do **PROCONVE**, em todas as hipóteses, a emissão de **NO_x** é levemente superior à estimada para a situação sem controle nos anos de 1990 e 1991, sendo que nesse período a eficácia média é negativa. A partir daí torna-se nítido o efeito do **PROCONVE** na redução das emissões de **NO_x**, sendo que em 1999 estas encontram-se entre 40 e 60 ton/dia exce to para as hipóteses "E e E'", o que significa emissões en tre 35 e 55% dos níveis atuais. Ao final do período anali sado, a eficácia média atinge 35%.

9. CONCLUSÕES

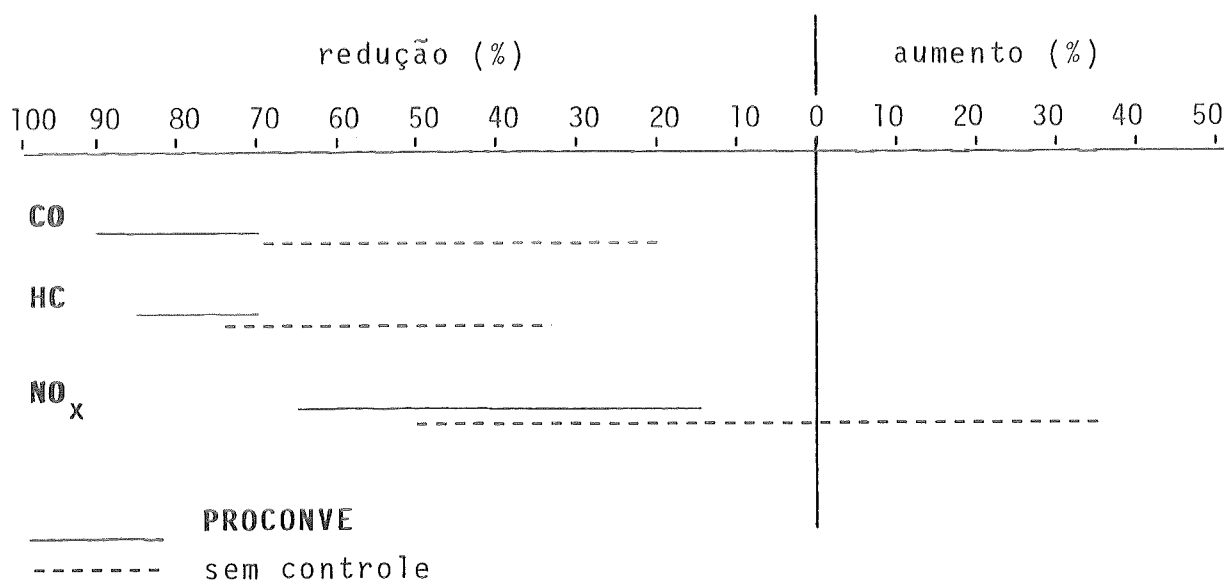
Dentro do contexto deste estudo, pode-se concluir que:

- 9.1. Nas condições mais favoráveis de evolução da frota a álcool, esta deverá passar a representar mais de 50% da frota de veículos leves, ao redor de 1990.
- 9.2. Somente a partir de 1992 será sensível o efeito do **PROCONVE** da RMSP.
- 9.3. Até 1999 estima-se uma redução de 70 a 90% do nível atual de emissões de **CO** na atmosfera da RMSP, de 70 a 85% das emissões de **HC** e de 15 a 65% das emissões de **NO_x**, dependen do da hipótese de crescimento de frota.

9.4. Sem a aplicação do PROCONVE, estima-se até 1999, dependendo da hipótese de crescimento de frota, uma redução de 20 a 70% da emissão de CO; de 35 a 75% da emissão de HC e de um aumento de 35% até uma redução de 50% da emissão de NO_x. A redução das emissões observada, deve-se à substituição dos motores a gasolina pelos movidos a álcool, e cessa tão logo esses passem a ser a maioria.

9.5. Em comparação com os níveis de emissão esperados caso não fosse implantado a legislação, calculou-se para 1999, uma eficácia média de 63% na redução de CO, 50% na de HC e 35% na de NO_x.

9.6. A figura a seguir ilustra as faixas de estimativa de redução das emissões para 1999, descritas em 9.3. e 9.4.



10. COMENTÁRIOS FINAIS

Segundo as análises feitas neste trabalho, observou-se que as emissões de gases poluentes pelo escapamento de veículos leves na Região Metropolitana de São Paulo serão significativamente reduzidas a médio prazo, sendo que as demais grandes cidades brasileiras também serão beneficiadas de forma equivalente.

O estudo baseou-se em dados reais de frota fornecidos pelo **GEIPOT** para 1984, e a partir daí aplicaram-se as hipóteses para crescimento de frota já descritas, que representavam a expectativa de vendas de veículos no princípio deste ano. Entretanto, neste 1º semestre de 1986 a **ANFAVEA** registrou um aumento de 43% na produção de veículos leves em relação ao 1º semestre de 1985. Esse aumento da produção automobilística certamente modificará a estimativa de emissões, sendo que a eficácia do **PROCONVE** será maior nesse caso.

De qualquer modo, seja qual for o desenvolvimento futuro da frota de veículos leves, com certeza o **PROCONVE** trará grandes benefícios à qualidade do ar nas grandes cidades brasileiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANFAVEA - Boletim mensal nº 02 - julho/1986

BRANCO, Gabriel, M. (1980) - "Determinação dos Parâmetros Médios Principais de Tráfego Urbano Relacionados à Emissões Veiculares, na RMSP" - CETESB.

BRANCO, Gabriel, M. (1985) - "A Participação dos Veículos Automotores na Poluição Atmosférica" - 22 pág. - CETESB

CETESB - "Programa de Controle de Poluição do Ar e Estratégias no Brasil - Áreas de São Paulo e Cubatão" - junho/1986 - 79 pág.

CETESB - "Inventário de Emissões Veiculares para 1984".

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente - "Resolução nº 18/86" Diário Oficial da União - 17.06.1986 - pág. 8792

GEIPOT (1985) - "Frota de Veículos de 1984 - São Paulo/Estado, Região Metropolitana e Capital".

MURGEL, Eduardo, M., BRANCO, Gabriel M., SZWARC Alfred - (1986) - "Avaliação das Propostas de Controle de Emissão de Gás de Escape de Veículos Automotores Leves" - 125 pág. - CETESB

USEPA (1981) - "Mobile Source Emission Factors"

Data aquis.:	7/5/93
Indic.:	Memo 14/93 DER
Exercício:	26/4/93
Preço:	93
Data Tomba:	7/5/93