

# PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS AUTOMOTORES

Gabriel Murgel Branco<sup>1</sup>  
Alfred Szwarc<sup>2</sup>

**RESUMO** - A poluição do ar no Brasil já assume grandes proporções, como nos países desenvolvidos. Ao contrário dos demais países em desenvolvimento, o Proconve - Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores foi estabelecido neste país, a nível federal, apoiado nas metodologias de ensaio mais modernas e limites de emissão gradativamente mais restritivos. Utilizou-se a experiência norte-americana na maior parte do programa, bem como alguns conceitos europeus, ambos adaptados à realidade brasileira, especialmente ao uso do álcool como combustível automotivo. Este trabalho descreve a caracterização do problema da atmosfera, a filosofia e a metodologia empregadas no programa.

**ABSTRACT** - The air pollution in Brazil has already reached high levels, as in the developed countries. Differently from the other developed countries, the Proconve - Air Pollution Control Program for Automotive Vehicles has been established nationwide in this country, based on the most modern methodologies and gradually stringent emission limits. It has been adopted the USA experience in most of the program, as well as some European concepts, both adapted to the Brazilian case, specially regarding to the automotive use of ethanol fuel. This paper describes the air pollution characterization and the program philosophy and methodology.

## INTRODUÇÃO

Já no início do século, o ilustre Oswald de Andrade dizia que "a era da máquina traz no seu bojo a única liberdade a que o homem seriamente aspira, a de se libertar da natureza pela técnica, a de se tornar senhor e não escravo da máquina". Com o tempo, foi-se percebendo que algo de errado existia nisso e já se lê em livros sobre o meio ambiente que "antigamente pensava-se que a atmosfera fosse ilimitada e capaz de absorver os despejos gasosos nela lançados". Hoje, sabe-se que, infelizmente, isso não é verdade, ou seja, a atmosfera não é aquele "mar" que pode absorver os despejos gasosos em qualquer quantidade.

E assim, no anseio pela liberdade, o homem está sendo novamente tolhido, agora pela poluição causada pelas máquinas, que ainda não trouxeram a liberdade completa. É preciso efetivamente cuidar do projeto e da utilização dessas máquinas para que elas não venham a criar outros transtornos, cerceando a própria liberdade do ser humano.

## CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

São vários os poluentes do ar que já estão em concentrações acima dos padrões recomendados para a garantia da qualidade do ar nos grandes centros urbanos, especialmente na RMSP - Região Metropolitana de São Paulo, como mostrado na Tabela 1.

Tais poluentes são o monóxido de carbono (CO), o material particulado (MP), o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), os hidrocarbonetos (HC) e, como decorrência de uma reação fotoquímica que se dá na atmosfera

quando existe a ação da luz solar intensa, o ozona (O<sub>3</sub>), que é um subproduto de reações entre os óxidos de nitrogênio e os hidrocarbonetos. O chumbo já chegou a fazer parte desse quadro em 1978, quando ultrapassava o padrão de qualidade do ar (1,5 g/m<sup>3</sup>), porém hoje ele está reduzido à quinta parte do limite máximo aceitável, devido ao uso do álcool como combustível automotivo. Portanto, é um problema que, do ponto de vista de meio ambiente, está a nível bastante satisfatório. Evidentemente, reduzir é sempre bom, porém isto não constitui uma preocupação que contenha a mesma prioridade que as demais.

Ainda com relação à Tabela 1, tem-se, na segunda coluna, os índices admissíveis recomendados, que são os padrões de qualidade do ar, fixados em lei ou através de resoluções, ou ainda de indicações da Organização Mundial de Saúde ou de outros Órgãos internacionais. As condições de medida, que são importantes para a forma de avaliação, estão na terceira coluna e, na quarta, aparecem os valores dos segundos máximos atingidos na RMSP a partir de 1981.

Na quinta coluna, podem ser observadas as porcentagens da redução global da concentração dos poluentes na atmosfera, necessárias ao restabelecimento da qualidade do ar na região. Ressalte-se que esses números deverão ser mais severos ainda quando considerados como porcentual de redução necessária nas emissões, para compensar a impossibilidade de se controlar todas as fontes de poluentes.

Note-se que as concentrações de hidrocarbonetos na RMSP são quase 20 vezes maiores que o admissível. Considerando que estas são as mesmas que ocorrem na região do complexo industrial de Cubatão (litoral paulista), salienta-se que tudo se passa como se existissem refinarias de petróleo distribuídas ao longo da cidade de São Paulo.

Uma vez detectados os problemas da atmosfera e a sua gravidade, o inventário de todas as fontes de poluição do ar da região mostra quais são as contribuições percentuais de cada tipo de fonte (ver Tabela 2).

<sup>1</sup> Engenheiro da CETESB

<sup>2</sup> Engenheiro da CETESB e Mestre em Engenharia

**TABELA 1 - Padrões e Concentrações de Poluentes na Atmosfera da Região Metropolitana de São Paulo (após 1981)**

Poluentes	Índices Admissíveis Recomendados	Condições	Valores Máximos Atingidos	Redução Global Necessária(%)
Monóxido de Carbono (CO)	9 ppm 35 ppm	média de 8 horas <sup>1</sup> máxima diária <sup>1</sup>	26 ppm ND	65
Material Particulado (MP) (poeira em suspensão)	80 µg/m <sup>3</sup> 240 µg/m <sup>3</sup>	média geométrica anual máxima diária <sup>1</sup>	140 µg/m <sup>3</sup> 540 µg/m <sup>3</sup>	55
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	80 µg/m <sup>3</sup> 365 µg/m <sup>3</sup>	média anual máxima diária <sup>1</sup>	150 µg/m <sup>3</sup> 330 µg/m <sup>3</sup>	47
Óxido de Nitrogênio (NO)	100 µg/m <sup>3</sup>	média anual	160 µg/m <sup>3</sup>	38
Hydrocarbonetos (HC)	0,24 ppm	média anual média no período de 6:00 às 9:00h	3 ppm 4 ppm	94
Ozona (O <sub>3</sub> )	82 ppb	máxima horária <sup>1</sup>	226 ppb	64

<sup>1</sup>Não deve ser excedido mais que uma vez por ano.

Obs.: ppm = partes por milhão em volume

ppb = partes por bilhão em volume

µg/m<sup>3</sup> = microgramas de poluentes por metro cúbico de ar

**TABELA 2 - Contribuição Relativa das Fontes para os Problemas de Poluição do Ar - 1981 - (%)**

Fontes	Poluentes				
	CO	HC	NOx	SO <sub>2</sub>	Particulados
<b>VEÍCULOS</b>					
escapamento(veic.leves)	84	40	18	3	7
escapamento(veic.pesados)	11	9	71	23	11
escapamento (motos)	1	2	-	-	-
emissão evaporativa	-	14	-	-	-
emissão do cárter	-	15	-	-	-
pneus	-	-	-	-	6
abastecimento de gasolina	-	3	-	-	-
oper.de proc.industriais	2	13	10	74	64
queima ao ar livre	2	4	1	-	12
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

A Figura 1 mostra a comparação entre a porcentagem de redução global necessária (quinta coluna da Tabela 3) e as contribuições percentuais das fontes, o que determina a abrangência do programa de controle.

Desta forma, pode-se concluir que, a nível geral de poluição, programas de controle veicular devem ser implantados para a redução dos níveis de CO, HC e NOx, enquanto que para MP e SO<sub>2</sub> os programas devem ser industriais, o que já está sendo feito pela CETESB há vários anos com excelente resultado, especialmente em SO<sub>2</sub>.

É importante lembrar que em alguns locais específicos, como nos corredores de tráfego, providências mais enérgicas devem ser tomadas em razão da maior gravidade do problema nesses locais. Além disso, é importante lembrar que a parcela de MP emitida pelos veículos é lançada na atmosfera na altura da camada respirável pela população, enquanto que as chaminés industriais o fazem em cotas muito mais elevadas. Por isso, a participação de 11% dos veículos no total de MP, como indica o inventário, é subestimada e deve ser utilizada com cautela. Análises da constituição das partículas coletadas nos amostradores da CETESB indicaram que a contribuição dos veículos diesel eleva-se a mais de 25% do total de MP ao nível das ruas. Mais 5% são provenientes de veículos a gasolina, além de 45% que são partículas ressuspensas pelo vento, tráfego etc., fato este que é fortemente agravado pela minúscula dimensão das partículas e a alta toxicidade dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, que são adsorvidos e transportados pelas partículas de fuligem para o interior dos pulmões.

Por estes motivos, o Proconve abrange também o controle de material particulado emitido pelos motores Diesel, através do limite da opacidade da fumaça.

Outros poluentes importantes são considerados no Proconve, porém com algumas indefinições e com prazos mais dilatados. São os compostos orgânicos oxigenados, subprodutos da combustão do álcool, cujos efeitos na atmosfera ainda não estão muito bem caracterizados, sendo ainda objeto de pesquisas, tanto em seus efeitos quanto no campo da metodologia de identificação e medição. Neste campo, o Proconve está presente, porém no sentido de forçar o desenvolvimento tecnológico mencionado para prevenir os problemas futuros decorrentes do uso do álcool.

## AS PROPOSTAS DE CONTROLE

Diante da caracterização do problema da poluição atmosférica descrita, a CETESB apresentou uma proposta de programa de controle de poluição do ar através de exigências, por ocasião da fabricação de veículos e motores, a qual foi aprovada pelo Governador do Estado de São Paulo e encaminhada ao Presidente da República, para análise, discussão e aprovação no Conama - Conselho Nacional do Meio Ambiente. A nível federal, o programa foi discutido em um grupo de trabalho constituído pela STI - Secretaria de Tecnologia Industrial, Sema - Secretaria Especial do Meio Ambiente, Anfavea - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, CNP - Conselho Nacional do Petróleo e

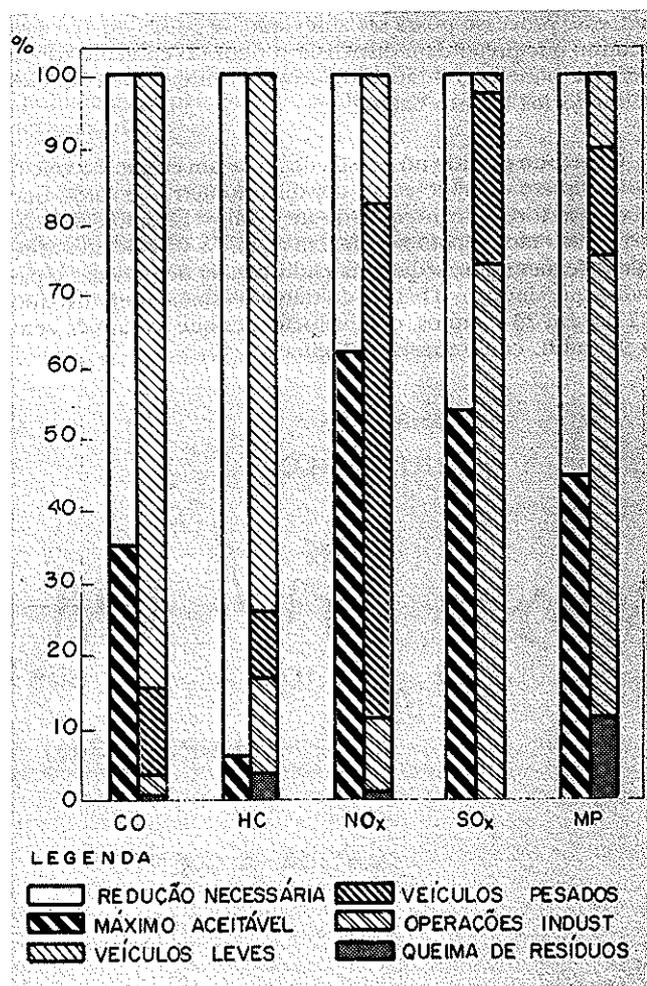
**TABELA 3 - Limites de Emissão no Gás de Escapamento de Veículos Leves a Álcool e Gasolina**

Data	Frota Comercializada	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	CO(M.L) (%)	Redução Percentual		
						HC	NOx	CO(M.L)
01-06-88	Modelos Novos							
01-01-89	50% dos veículos comercializados, no mínimo							
01-01-90	Todos veículos, com exceção dos não derivados de automóveis	24,0	2,1	2,0	3,0			
01-01-92	Veículos não derivados de automóveis							
01-01-92	Todos veículos, com exceção dos não derivados de automóveis	12,0	1,2	1,4	2,5	40	30	
01-01-97	Todos os veículos	2,0	0,3	0,6	0,5	85	70	

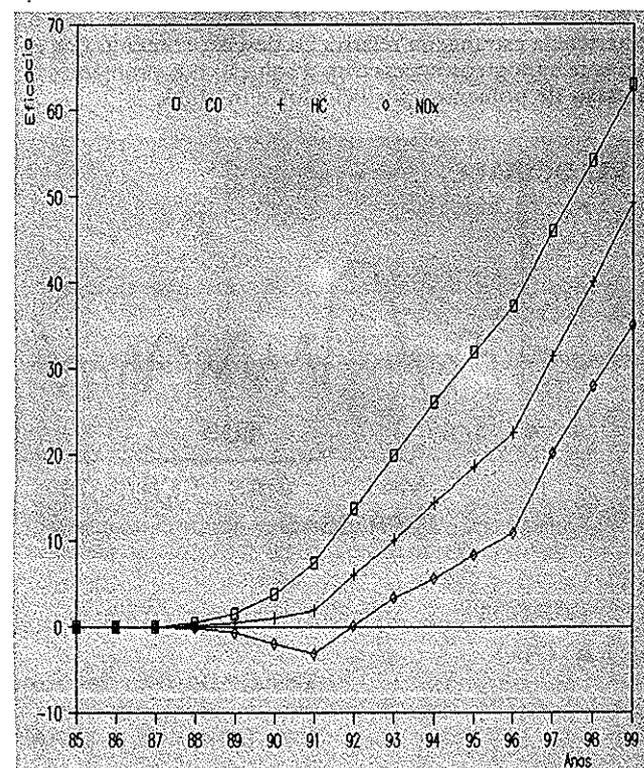
Geipot - Empresa Brasileira de Planejamento dos Transportes. As diversas modificações e inclusões que o enriqueceram, aumentaram a sua viabilidade ao preço de um atraso de seus efeitos, limitado a três anos no máximo, em relação à proposta inicial da CETESB, mantendo-se sempre a mesma tendência na evolução do controle da poluição ao longo do tempo. Nessa oportunidade, o programa foi desdobrado em dois, criando-se também o Provem - Programa Nacional de Certificação de Conformidade de Veículos Automotores: Emissões, a cargo da STI e do Inmetro - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

O programa brasileiro de controle de poluição veicular, constituído portanto pelo Proconve e pelo Provem, segue os passos dos melhores programas dos países mais desenvolvidos. Ele incorpora a metodologia norte-americana para a medição dos gases (CO, CO<sub>2</sub>, HC e NOx), a metodologia europeia para a medição de fumaça em motores diesel e um procedimento misto na certificação de qualidade industrial, naturalmente adaptados às condições e necessidades brasileiras. As exigências do Proconve, além de estarem previstas em prazos factíveis no Brasil, são calcadas no estágio tecnológico brasileiro atual e nas experiências estrangeiras, já comprovadas 15 anos antes das datas-limite fixadas.

O parâmetro básico para a tomada de decisões sobre as datas e limites máximos de emissão foi a "eficácia da proposta", que é a relação entre os efeitos de uma dada exigência e a continuidade da situação atual com tecnologia de 1985, ambos calculados igualmente com os mesmos cenários de evolução da frota de veículos, numa previsão de inventário até o ano 2000. A Figura 2 mostra as curvas de eficácia para os controles de CO, HC e NOx, obtidas do estudo de dez cenários de crescimento da frota e comercialização de veículos.



**FIGURA 1 - Comparação entre Redução Global de Emissões e Contribuições Relativas das Fontes de Poluição do Ar**



**FIGURA 2 - Eficácia do Controle de CO, HC e NOx para Veículos Leves através do Proconve**

É importante salientar que este programa é, por natureza, de efeito lento, visto que a redução das concentrações de poluentes na atmosfera só ocorrerá quando os veículos atuais saírem de circulação, sendo substituídos por veículos menos poluidores. Esse comportamento depende da população e do mercado de veículos usados, demorando 12 anos em média.

Além disso, as modificações nos projetos dos veículos só poderão ser feitas em prazos de alguns anos - maiores ou menores em função de sua profundidade - dependendo também da instalação dos laboratórios para os ensaios de emissão em veículos e motores.

Para os carros atualmente em uso, é impossível aplicar tal programa, pois não seria viável exigir que a população modificasse ou reprojete os seus veículos, restando para esse caso apenas o recurso das campanhas de conscientização pública para a sua utilização e manutenção adequadas, ou o controle através de modificações do tráfego urbano.

A garantia de qualidade da produção de veículos e motores é obtida de várias formas complementares: através da certificação do protótipo, para garantir o êxito do projeto, ocasião em que será verificada a durabilidade; pela certificação de unidades periodicamente retiradas da linha de produção, para garantir a conformidade desta com o projeto; e com a apresentação de relatórios semestrais do controle de qualidade feito por métodos próprios do fabricante, para reduzir o número (e o custo) dos ensaios de conformidade.

A fiscalização poderá ser realizada através de amostragens de veículos da frota em circulação. Está previsto o recolhimento e reparo, pelo fabricante, do lote de veículos em desconformidade, identificado pela fiscalização ou pelo processo de certificação de conformidade da produção.

A conscientização da população faz parte do programa, o qual exige divulgação obrigatória das especificações e recomendações do fabricante para o controle de emissões, através dos manuais do proprietário e de serviços, da propaganda e de adesivos colados no veículo.

## A FILOSOFIA DO PROCONVE

A filosofia do Proconve está apoiada em cinco pontos principais: metodologia de ensaios, escalonamento dos limites máximos de emissão, garantia de qualidade da produção de veículos e motores, fiscalização e, finalmente, conscientização da população.

A metodologia de ensaios empregada é, sempre que possível, a mais moderna. Os escalonamentos das exigências são feitos através dos limites exigidos e de suas datas de implantação, de modo a permitir o aprimoramento e a severidade crescente do programa até onde for necessário, sem necessidade de reformular os métodos de ensaio e, conseqüentemente, os laboratórios durante a evolução do processo, como está ocorrendo hoje na Europa.

O escalonamento dos limites máximos de emissão foi feito com base na disponibilidade de tecnologia brasileira e na experiência estrangeira relativa ao desenvolvimento dos estágios tecnológicos necessários à solução dos problemas de emissão de poluentes por veículos e motores.

## METODOLOGIA DE ENSAIOS

As formas prescritas para os ensaios para medir gases de escapamento e evaporação de combustível em veículos leves (até 2.800 kg) constituem a metodologia mais moderna existente, utilizada nos Estados Unidos, Canadá, Austrália, Suécia, Suíça e, agora, no Brasil. A Comunidade Européia pretende adotá-la, porém enfrenta o problema de ter todo um sistema laboratorial já instalado e inadequado para isso. Talvez esse processo possa ser abreviado, se países do Terceiro Mundo que pretendam dispensar o rigor do controle adotarem (se puderem) o método europeu e adquirirem aqueles laboratórios a custo baixo.

O método exigido no Brasil consta de um ensaio do veículo completo operado sobre um dinamômetro de rolos, que simula as forças de inércia e de atrito que o veículo enfrentaria no seu movimento normal em pista. As velocidades atingidas seguem uma seqüência padronizada de partidas e paradas que simulam o hábito do trânsito urbano, percorrendo 12 km em 23 minutos, com velocidades que variam de zero a 91 km/h, como mostra a Figura 3.

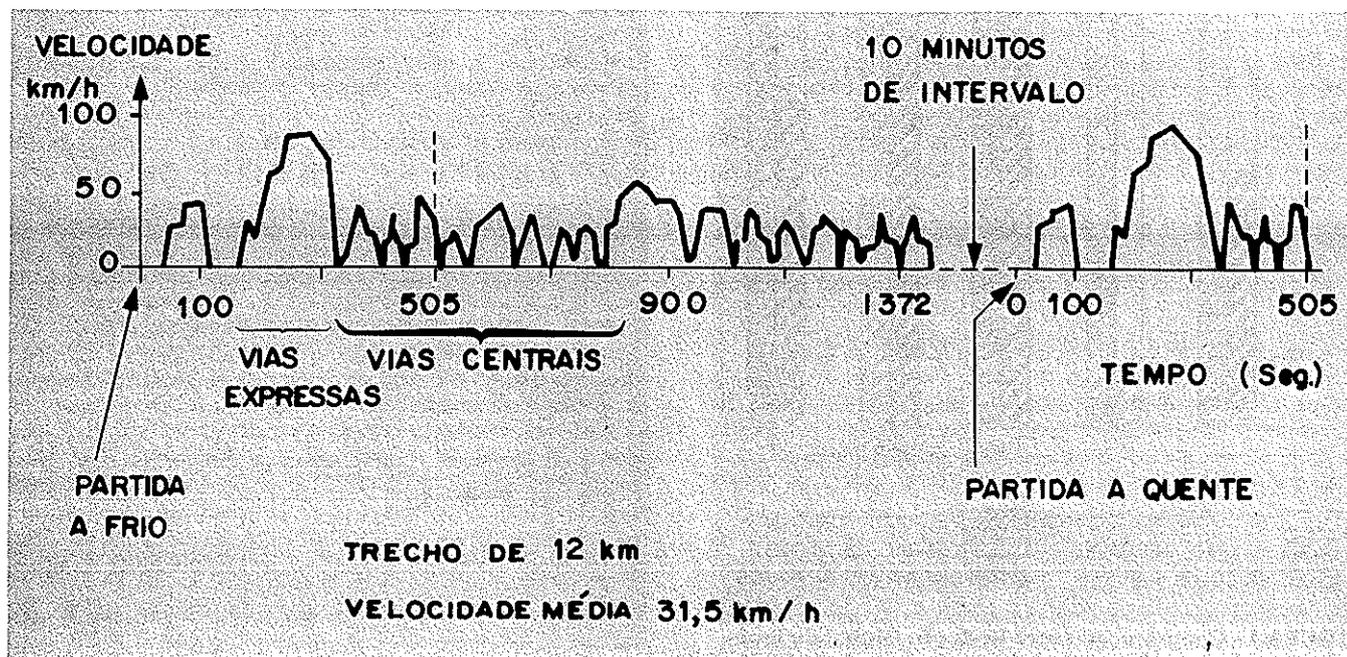


FIGURA 3 - Ciclo de Condução Urbana

Enquanto isso, os gases de escapamento são coletados e analisados em termos de CO, HC, NOx e CO<sub>2</sub>. A medição do consumo de combustível também é realizada volumétrica ou gravimetricamente, o que serve para comprovar a exatidão do ensaio através do balanço químico de carbono.

Para a quantificação do combustível evaporado proveniente de respiros e conexões, o veículo é colocado numa câmara hermeticamente fechada, onde é monitorada a concentração de hidrocarbonetos no ar interno.

Para os veículos pesados, optou-se pelo ensaio apenas dos motores, como foi utilizado nos Estados Unidos até 1984, para a medição de gases emitidos pelo escapamento, além da medição do índice de fumaça, segundo a metodologia européia. Tais métodos prescrevem medições em regimes de velocidade angular constante, realizadas em dinamômetros mais simples, já em uso no Brasil pela maioria dos fabricantes. Isso baixa sensivelmente o investimento em laboratórios, já que é necessária apenas a complementação daqueles existentes com os equipamentos para a medição de gases e o condicionamento do ambiente para uma temperatura entre 20°C e 30°C.

A determinação das emissões de CO, HC e NOx é feita em vários regimes de funcionamento (13 para os motores Diesel e nove para os motores Otto), ponderando-se os resultados com fatores de utilização previamente normatizados.

A emissão de fuligem é feita em cinco velocidades diferentes, com o motor a plena carga. O limite de opacidade é função do volume de gases expelido.

O Proconve prevê ainda a medição de aldeídos pelo método MBTH (Metil Benzeno Tiazona Hidrazona) e outros compostos orgânicos (etanol, ácido acético, ésteres etc.), cujos métodos ainda estão sendo desenvolvidos. Estão sendo pesquisadas as respectivas necessidades de controle e seus limites máximos.

Além disso, foram desenvolvidos métodos de ensaio complementares e especificações de combustíveis-padrão para ensaios de emissão. Eles foram fixados em norma brasileira para a formação de um conjunto normativo adequado, que deverá estar em constante evolução.

## OS LIMITES EXIGIDOS E A SITUAÇÃO TECNOLÓGICA NO BRASIL

A sequência de exigências para veículos leves está mostrada na Tabela 3. Tais exigências significam a imposição de um controle de qualidade de produção num primeiro estágio para a maioria dos veículos brasileiros, que já são capazes de atender aos limites fixados. Esta fase, iniciada em 1988, corresponde ao nível dos Estados Unidos em 1974.

No segundo estágio, que terá início em 1992, a maioria dos modelos brasileiros necessitará de modificações de projeto, onde várias opções são possíveis - como a melhoria das câmaras de combustão, dos sistemas de alimentação de combustível e de ignição, da transmissão, da aerodinâmica do veículo etc. - e onde talvez seja necessária a aplicação da injeção eletrônica de combustível para alguns motores, podendo, porém, ser dispensável o uso de catalisadores no tubo

de descarga. Alguns veículos brasileiros, os "modelos mundiais", já estão bastante próximos deste estágio sem qualquer requinte tecnológico especial (eletrônica, catalisador etc.). Esta fase corresponde a um nível de 20% a 30% mais tolerante que aquele vigente nos Estados Unidos em 1977 e na Suíça em 1986.

Finalmente, será exigido o nível tecnológico imposto nos Estados Unidos desde 1983, que é semelhante ao japonês, fixado em 1979. À luz dos conhecimentos atuais, isto significa que a melhor tecnologia conhecida internacionalmente é fixada como meta do programa brasileiro para ser implantada no prazo de 11 anos.

Quanto às exigências de controle das emissões evaporativas de combustível e de gases do cárter, foram fixados os primeiros passos dados pela legislação norte-americana, que promovem uma redução drástica destas emissões com a colocação de dispositivos relativamente simples e baratos.

No tocante ao problema dos veículos Diesel, o Proconve fixou o limite da emissão de fuligem pelo escapamento, onde, ao invés de seguir-se os passos da legislação norte-americana, que é dispendiosa, optou-se pela linha européia.

A fórmula  $c = k/\sqrt{G}$  fornece a concentração carbônica em gramas por metro cúbico, a partir da vazão de gases "G" em litros por minuto e de um coeficiente "k" fixado na resolução. Os seus limites fixados foram 2,5 para ônibus urbanos em outubro de 1987, e para os demais motores em janeiro de 1989, prevendo-se também a evolução para 2 em data ainda indeterminada. Vale lembrar que este coeficiente está hoje em torno de 3 a 4 no Brasil, sendo 2,3 na Comunidade Européia e 2 na Inglaterra.

Ainda para os motores pesados, o Proconve fixou os métodos de ensaio para a determinação de gases de escapamento, obrigando ao fornecimento de relatórios sobre os motores em produção, que são os subsídios técnicos para a fixação de limites máximos até 31/12/1988. Neste período, o país fará o desenvolvimento dos métodos de trabalho e implantará os laboratórios necessários.

## CONCLUSÃO

Ao estabelecerem o plano completo de ações, no sentido de controlar as emissões veiculares, escalonando-as em estágios bem definidos, o Proconve e o Provem direcionaram o país para as opções tecnológicas mais modernas e econômicas que incentivam a melhoria da qualidade dos veículos brasileiros. Isso, sem fixar uma determinada linha tecnológica, para não inibir qualquer inovação ou mesmo a utilização da solução mais adequada em cada caso.

O sucesso deste programa, além de trazer o benefício da melhoria da qualidade do ar, colocará o Brasil entre os países mais desenvolvidos no setor automobilístico, atestando a capacidade dos nossos técnicos e do nosso parque industrial.

Oswald de Andrade estava certo ao dizer que o homem deve ser o senhor da máquina. Mas esse ideal deve ser realizado levando em conta a máxima de Bacon, segundo o qual "não se vence a natureza senão quando se lhe obedece". Se o meio ambiente não for respeitado, a máquina pode tornar-se inviável!

# BIOENSAIOS: UM PROGRAMA A SERVIÇO DO CONTROLE DA POLUIÇÃO RESULTADOS INICIAIS

Denise Navas Pereira<sup>1</sup>  
Elenita Gherardi-Goldstein<sup>1</sup>  
Pedro Antonio Zagatto<sup>1</sup>  
Roberto Sassi<sup>2</sup>

**RESUMO** - Este trabalho consiste na apresentação e discussão dos resultados dos ensaios biológicos realizados com organismos aquáticos frente a diferentes grupos de agentes tóxicos comuns no ambiente, tais como metais pesados, pesticidas, efluentes industriais e outros. Para cada agente tóxico testado, foi determinada a concentração que causa 50% de letalidade aos organismos-teste. Constatam deste trabalho breves considerações sobre bioensaios em geral, tipos, finalidades e importância, bem como algumas recomendações quanto à sua aplicabilidade.

**ABSTRACT** - Results of bioassays using aquatic organisms to evaluate different toxic substances are presented and discussed. These substances are common in the environment, as heavy metals, pesticides, industrial effluents and others. CL<sub>50</sub> were established for each toxicant. General comments on bioassays, their diversity, objectives and relevance are done, together with recommendations concerning their applicability.

## INTRODUÇÃO

As modificações ambientais decorrentes da atividade humana podem resultar em mudanças na estrutura e dinâmica de um ecossistema. Tais mudanças são devidas principalmente à remoção direta ou introdução de elementos biológicos ou pelo efeito indireto de modificações no ambiente físico (não biológico) que resultam em mudanças no fluxo de energia num sistema natural.

Um ecossistema modificado responde ao "stress" pelo ajustamento do equilíbrio dinâmico entre seus componentes, permitindo uma resposta compensatória a flutuações normais de fatores físico-químicos e biológicos. Dependendo da natureza e extensão de uma mudança particular, um sistema pode reagir para estabelecer um novo equilíbrio ou restabelecer o anterior. A fim de prever ou controlar tais modificações, é necessário monitorar o ecossistema, possibilitando assim a detecção de mudanças antes que atinjam condições irreversíveis.

Uma das várias maneiras de se medir mudanças ambientais é através de ensaios biológicos ou bioensaios (ISO, 1975; APHA, 1975; EPA, 1975). Os organismos aquáticos são indicadores sensíveis da qualidade da água. Assim, nada mais sensato do que utilizá-los como um instrumento no controle da poluição das águas, que tem por finalidade principal a manutenção da vida em todas as suas formas, níveis e manifestações.

Há muito que os bioensaios vêm sendo utilizados neste campo, e sua importância cresce à medida que se reconhece seu valor e a possibilidade de sua utilização em diversos tipos de estudos. Através desta técnica de trabalho é possível avaliar:

- a) a toxicidade relativa de diferentes efluentes ou substâncias sobre uma determinada espécie ou um número de espécies;
- b) a sensibilidade ou resistência relativa de organismos aquáticos frente a um efluente ou substância tóxica;
- c) a qualidade da água necessária à vida aquática;
- d) o grau de tratamento necessário a um efluente para que preencha os requisitos determinados por órgãos de controle de poluição das águas;
- e) a eficiência de diferentes métodos de tratamento de efluentes;
- f) a concentração máxima permissível de agentes químicos e efluentes líquidos industriais, tratados ou não, em um corpo receptor;
- g) concentrações e níveis favoráveis e desfavoráveis de fatores ambientais - tais como pH, temperatura, salinidade, turbidez, teor de oxigênio dissolvido, luminosidade - adequados à vida aquática, e a toxicidade de agentes tóxicos em função desses fatores;
- h) a toxicidade de um efluente líquido industrial como um todo, toxicidade essa proveniente das interações entre as diversas substâncias presentes nesse efluente.

Vários tipos de bioensaios podem ser realizados para atender a todos esses propósitos. Pode-se estudar os efeitos tóxicos agudo e crônico de efluentes, agentes físicos e químicos

<sup>1</sup> Biólogos da CETESB

<sup>2</sup> Professor Assistente-Doutor da Universidade Federal da Paraíba