

# Mudanças Climáticas e Gestão de Emissões

Prof. Dr. Pedro Luiz Côrtes



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Alguns antecedentes...

Londres, 1952:

Durante aproximadamente cinco dias, ocorreu uma grande concentração de poluentes atmosféricos, causados pela queima de combustíveis fósseis, levando à mortandade de algo em torno de 12 mil a 14 mil pessoas. Esse evento foi chamado de **Big Smoke**.

Causas: uma forte frente fria elevou a queima de carvão (especialmente o de baixa qualidade, mais barato e rico em enxofre) utilizado para a calefação, aumentando as emissões de fumaça e material particulado. Essa frente fria causou uma **inversão térmica** que impediu a dispersão de poluentes, intensificando os efeitos das emissões.

**Londres, dezembro de 1952**



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Alguns antecedentes...

Isso levou à uma reflexão profunda sobre os efeitos da poluição atmosférica, o que foi ampliado pela divulgação de artigos médicos (na revista Lancet em 1953 e no British Medical Journal em 1956).

**MORTALITY FROM FOG IN LONDON, JANUARY, 1956**  
BY  
**W. P. D. LOGAN, M.D., Ph.D., D.P.H.**  
*Chief Medical Statistician, General Register Office*

There was some fog in the London area on January 3, 1956. This became thick on the morning of January 4 and persisted until the morning of January 6, when it began to disperse. Fog was widespread throughout much of the rest of the country at the same time, and in some places continued longer. In London the fog was thick enough to cause very severe disruption of traffic, particularly on the evening of January 5. Newspapers carried headlines about "killer smog," described during the investigations that were being conducted that the fog was due to the degree of atmospheric pollution that was taking place, and reminded readers that the previous several thousand deaths in the London area.

Following the fog of December, 1952, a period of some weeks had to elapse before the mortality returns could be analysed and the total number of deaths due to the fog could be estimated—about 4,000 deaths in the Greater London area (Logan, 1953; Ministry of Health, 1954). After a similar delay it is now possible to give a corresponding estimate for the January fog of this year—about 1,000 deaths in the Greater London area.

The number of deaths occurring each day from December 25, 1955, to January 19, 1956, in the London Administrative County are shown in Table I and Fig. 1.

**Public Health**  
**MORTALITY IN THE LONDON FOG INCIDENT, 1952**  
M.D. GIBB, F.R.S. LEON

**TABLE I.—DEATHS OCCURRING IN VARIOUS LONDON AREAS FROM THE MORNING OF JAN. 12, 1952, TO THE EVENING OF JAN. 15, 1952, COMPARED WITH THE ACTUAL AVERAGE IN CORRESPONDING PERIODS OF THE FIVE PREVIOUS YEARS.**

Year	Deaths in week ended					Actual average in corresponding periods of the five previous years				
	Jan. 12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	1947	1948	1949	1950	1951
1952	11	11	11	11	11	1	1	1	1	1
1947	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1948	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1949	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1950	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1951	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**TABLE II.—DEATHS OCCURRING IN VARIOUS LONDON AREAS FROM THE MORNING OF JAN. 12, 1952, TO THE EVENING OF JAN. 15, 1952, COMPARED WITH THE ACTUAL AVERAGE IN CORRESPONDING PERIODS OF THE FIVE PREVIOUS YEARS.**

Year	Deaths in week ended					Actual average in corresponding periods of the five previous years				
	Jan. 12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	1947	1948	1949	1950	1951
1952	11	11	11	11	11	1	1	1	1	1
1947	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1948	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1949	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1950	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1951	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Londres, dezembro de 1952



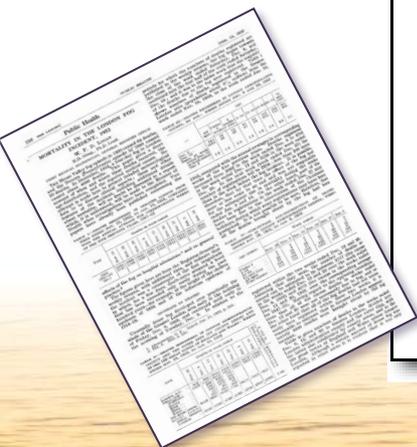
# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Alguns antecedentes...

Aumento da mortalidade durante e após o **Big Smoke**:

TABLE I—DEATHS REGISTERED IN GREATER LONDON FROM WEEK ENDED NOV. 15, 1952, TO JAN. 10, 1953, COMPARED WITH THE ANNUAL AVERAGE FOR CORRESPONDING WEEKS OF THE FIVE PREVIOUS YEARS, 1947-52

Year	Deaths in week ended								
	Nov. 15	Nov. 22	Nov. 29	Dec. 6	Dec. 13	Dec. 20	Dec. 27	Jan. 3	Jan. 10
1952	1566	1699	1902	2062	4703	3138	2334	2977	2634
1947-52 (av.)	1747	1708	1809	1805	1852	1914	1923	2303	2213



Londres, dezembro de 1952



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Alguns antecedentes...

O **Big Smoke** levou à promulgação do Clean Air Act 1956 e do Clean Air Act 1968.

Algumas das ações decorrentes do Clean Air Act 1956:

Uso de fontes mais limpas para calefação, como eletricidade ou gás.

Transferência de usinas termoelétricas que ficavam próximas às grandes cidades.

Introduziu áreas de controle em determinadas cidades, onde apenas combustíveis com menor emissão de poluentes poderiam ser utilizados.

**Londres, dezembro de 1952**



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Alguns antecedentes...

A CIDADE de Milão, na Itália, encontra-se há dois dias envolvida pelo "smog", acreditando-se que o fato se deve a um fenómeno de **inversão térmica**, isto é, temperatura mais alta na atmosfera que na terra.

Quarta-feira, 17 de março de 1965



# Políticas Públicas de Redução de

# Emissões

## Alguns antecedentes...



### Só leis federais podem diminuir a poluição

**De Secural de Rio**

A promulgação de uma lei federal para combater a poluição ambiental e a criação de um fundo de financiamento para as Prefeituras e as indústrias se aproximaram para vir à luz. A proposta foi aprovada em 24 e 27 de setembro, em Brasília, em seminário que se realizou na Câmara dos Deputados.

A informação é de membros do Grupo Executivo do Conselho de Defesa do Meio Ambiente, que atua em caráter consultivo no Ministério da Saúde. O grupo, formado por representantes de várias entidades, incluindo a Associação Brasileira de Defesa do Meio Ambiente, está trabalhando para a elaboração de uma lei que estabeleça normas para a poluição do ar em áreas urbanas.

**PROVA DA POLUIÇÃO**

Os técnicos ficaram também impressionados com as grandes quantidades de lixo acumuladas de uma cidade em volta da favela e a vítima da poluição. Um outro aspecto que se destacou foi a falta de saneamento básico em muitas áreas da cidade de Baurur, e que já se tornou um sério problema para a população.

**FINANCIAMENTO**

Para os membros do Grupo Executivo do Conselho de Defesa do Meio Ambiente, a criação de um fundo de financiamento para a poluição do ar em áreas urbanas é uma medida necessária para a melhoria das condições de vida da população.

**Advertências são antigas**

Com o crescimento da população e a expansão das atividades industriais, a poluição do ar tornou-se um sério problema para as grandes cidades. A Organização Mundial da Saúde (OMS) já alertava há muitos anos para os perigos da poluição atmosférica.



A queima do lixo a céu aberto é um dos principais fatores da poluição no ABC

### Criança, a maior vítima

**De Secural de ABC**

O pediatra Manoel Pina Ribeiro afirma e apresenta aumento de incidência de bronquite crônica em crianças residentes em áreas de poluição do ar na região.

"Frente à situação — aumento de incidência de que a poluição do ar em Baurur — há que se preocupar com as crianças que participam das atividades de recreação em parques e jardins de Baurur. Não se pode falar de maior índice de poluição, e sim de maior índice de crianças afetadas por bronquite crônica.", afirma Ribeiro, membro do Conselho de Defesa do Meio Ambiente.

Ele também afirma que a poluição do ar em Baurur é causada principalmente pela queima de lixo a céu aberto e pela emissão de gases das indústrias.

### ONU mostra preocupação

Assegurando que a poluição do ar em Baurur é um sério problema para a população, a Organização das Nações Unidas (ONU) mostrou preocupação com a situação.

O relatório da ONU afirma que a poluição do ar em Baurur é causada principalmente pela queima de lixo a céu aberto e pela emissão de gases das indústrias.

### BRONQUITE AUMENTA

Na Itália foi observado aumento de incidência de bronquite crônica nas áreas industrializadas e aumento de número de casos de bronquite nas regiões onde a poluição atmosférica era maior.

Exames realizados na União Soviética, em 800 escolares, nascidos e criados em 4 cidades de acentuada poluição atmosférica, revelaram mais alta incidência de esclerose pulmonar, em comparação com exames feitos por um grupo não exposto à poluição.

Em agosto de 1952, em Baurur, surgiram, em poucos dias, cerca de 150 casos de doenças respiratórias agudas, provocando 9 mortes. Estudos realizados mostraram tratar-se de casos de asma brônquica e outras manifestações alérgicas no trato respiratório superior, provocadas por alergia ao pó da semente de "Ricinus communis". Essa epidemia coincidiu com modificações feitas no método de extrair óleo de mamona em uma fábrica da cidade.

Há pouco menos de 3 meses em São Caetano do Sul — que depois de Mauá é o município mais poluído do ABC — ocorreu a inversão de temperatura e mais de 30 pessoas foram atingidas.

# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Alguns antecedentes...

18 — O ESTADO DE S. PAULO

SABADO 23 DE JUNHO DE 1973

### Não há vento, e a poluição sufoca a cidade

SELMA SANTA CRUZ

Uma nuvem de poluição atingiu ontem de manhã a cidade e irritou os olhos e a garganta principalmente de quem estava no centro. A Superintendência do Saneamento Ambiental — Susam — reunida à tarde, divulgava que os índices alcançados (49,8 na rua Tamandaré e 41,6 na estação rodoviária, quando o normal é 15) não eram alarmantes, porque estavam longe dos que provocam danos a curto prazo. Mas não afastava a possibilidade de o fenômeno repetir-se com mais intensidade durante este inverno.

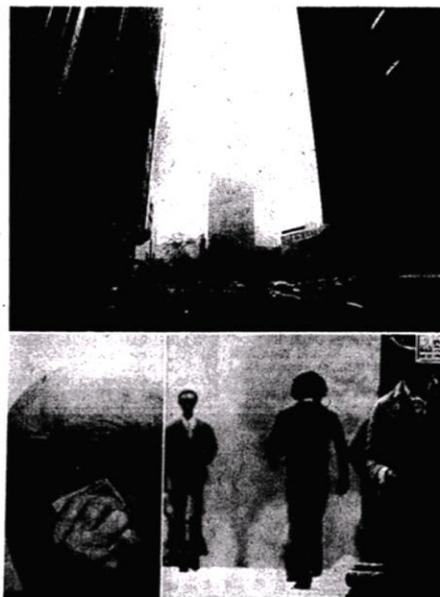
Enquanto a venda de colírio aumentava nas farmácias (50% na Drogeria Santa Paula, na rua Xavier de Toledo, 30% na Drogeria, na Barão de Itapetininga, e "uma alta percentagem" segundo os funcionários da Droga 7, na rua 7 de Abril), pelas ruas da cidade começaram a surgir, cada vez mais pessoas com lenços na mão. De manhã, elas perguntavam a um ou outro amigo se sentiam o mesmo problema e, ao início da tarde, todos sabiam que alguma coisa havia no ar, mas não tinham informações sobre o que seria.

Foi por isso que Atílio Pape, que trabalha há sete anos no Centro, entrou na redação do "Estado" às 16 horas com um libelo contra a poluição. E surgiram as mais descontraídas versões sobre o fenômeno: a mais frequente era de que a rede de gás encanado devia estar com vazamentos em vários pontos e havia os que diziam ser "sobrecarga da rede elétrica", utilizando assim as mesmas desculpas dadas pela Light para justificar as explosões de algum tempo atrás em pontos diferentes da cidade. Houve quem falasse que algumas fábricas estavam "limpando suas chaminés" e até mesmo um homem na praça da Sé que se referiu a "um caminhão cheio de bombas de gás lacrimogêneo que passou por aqui deixando algumas vazarem".

Na área das avenidas Ipiranga e São João, até a estação da Luz, concentrava-se, ontem à tarde, o maior número de pessoas sentindo os efeitos do problema. No prédio da avenida Rio Branco, 211, segundo Samuel Teixeira, um funcionário da firma Nisei Sabajo, "não havia uma só pessoa que não sentisse o problema".

O oftalmologista Pary Alves Campos diretor de uma clínica que reúne fichas de 600 mil clientes, disse que a irritação nos olhos sentida ontem pelas pessoas que atravessaram o centro não deve provocar qualquer dano, mas aconselha a adoção de alguns cuidados para que a irritação não acabe se transformando num problema sério: o gesto que a maioria das pessoas fazia ontem, esfregando a vista, pode causar, segundo ele, até mesmo o deslocamento da retina com consequências bastante perigosas para a visão. "Principalmente os portadores de miopia, que tem uma tendência para o deslocamento da retina", diz o oftalmologista.

Com a previsão da Susam de novas ocorrências semelhantes ou mais graves do que a de ontem, os efeitos da poluição poderão ser sentidos por toda a cidade, como já aconteceu no pequeno bairro de Perus, onde mais de 40% das pessoas atendidas no pronto socorro do lugar sofrem de problemas respiratórios provocados por um pó cinza, expelido pela fábrica de cimento, que invade as casas e recobre os telhados, árvores e ruas.



### Uma nuvem de medo cobre as grandes cidades

Para o paulista foi a experiência mais enervante de índices de poluição do ar já vividos em São Paulo. A sacara contra a brisa parte da cidade, irritando olhos e garganta e provocando vertigens de tal fôlego aos órgãos da Secretaria de Saúde. Mas, em outras grandes metrópoles, o confronto direto entre o homem e a poluição já não é novidade. Em outubro de 1948, os habitantes da cidade de norte-americana de Donora, no Pensilvânia, tiveram dois dias na escravidão quase total. Da população de 14 mil pessoas, 5.910 ficaram doentes. A causa da tragédia, segundo os meteorologistas: excesso de poluentes no ar durante a noite inverteu de temperatura.

O mesmo fenômeno tem causado situações semelhantes em todo o mundo. Em dezembro de 1952, o fogão a gás foi a grande responsável pela nuvem de poluição, tornando a respirabilidade praticamente nula. Durante três dias, a população foi obrigada a abandonar casas e ônibus ou a tolerar nas ruas escuras e cobertas de fumaça. Os polígrafos foram obrigados a usar máscaras e um jornal local, o Manchester Guardian, em

Em Tóquio, onde os alertas antipoluição foram dados 134 dias durante a ano de 1960, o ar poluído mudou a rotina de centenas de milhares de transeuntes. Todos os que trabalham em bairros altamente poluídos são obrigados a voltar à Central de Polícia, que cada meia hora os integra, para receber um lenço para limpar os olhos e reduzir os efeitos do excesso de umidade de carbono aspirado.

Em Chicago e Los Angeles, dois dias centos mil

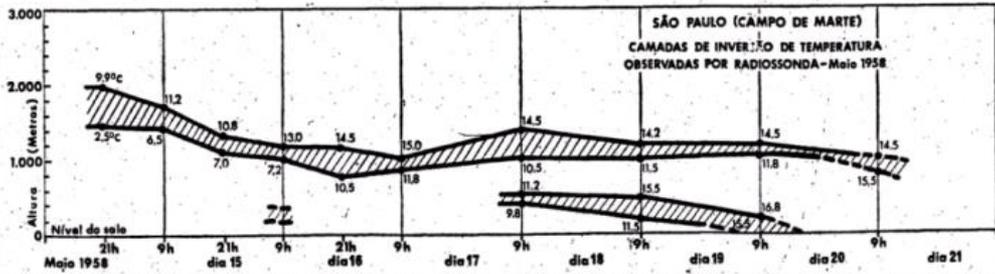
A poluição do ar, que atingiu índices alarmantes em São Paulo, também aconteceu em Lille em 1960 e 1962 provocando morte a partir de uma nuvem de poluição.

MANUSCRITO

Em ventos fortes de 70 km/h, a direção contra a ar poluído tornou-se uma questão de sobrevivência. Na cidade portuária de Yokohama, 200 mil habitantes de Tóquio, os efeitos dos efeitos poluição tem uma característica peculiar: as crises e mais das crianças são afetadas por mucosas amareladas, impregnações de proteínas, que servem para proteger as células poluídas por uma película protetora.

# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Alguns antecedentes...



Camadas de inversão de temperatura típicas de inverno, observadas sobre São Paulo, responsáveis pelo aumento da poluição do ar. As cifras indicam a temperatura da base e do topo da camada, em graus C.

Domingo, 15 de agosto de 1971

### Atualidade Científica

#### Odontologia tem reunião

Representação de pelo menos 100 dentistas de todo o Brasil participou na reunião da Associação Brasileira de Odontologia, realizada em São Paulo, no Hotel Copacabana Palace, no domingo, 14 de agosto. O encontro teve como tema principal a "Atualização Científica" e contou com a participação de especialistas de diversas áreas da odontologia, incluindo ortodontia, radiologia, cirurgia buco-maxilo-facial e pediatria odontológica.



A continuação do lixo cresce assustadoramente em todo o mundo.

#### Solo: incubador de matéria viva

Uma investigação de biólogos da Universidade de São Paulo revelou que o solo é um verdadeiro "incubador" de matéria viva. Os pesquisadores descobriram que, mesmo em áreas aparentemente estéreis, existem milhões de organismos microscópicos, incluindo bactérias, fungos e protozoários, que desempenham papéis essenciais no ciclo da vida e na decomposição da matéria orgânica.

#### Angiologia tem nova diretoria

O Conselho Brasileiro de Angiologia, entidade que reúne os especialistas em doenças vasculares do Brasil, anunciou a nomeação de um novo diretor. O cargo foi assumido por um renomado especialista em cardiologia vascular, responsável por promover pesquisas e melhorias no atendimento aos pacientes com problemas de circulação sanguínea.

#### Deriva dos continentes

Novas evidências científicas confirmam a teoria da deriva dos continentes, proposta inicialmente por Alfred Wegener. Pesquisadores descobriram fósseis idênticos em continentes atualmente separados, além de padrões semelhantes de montanhas e vales em regiões distantes. Essas descobertas reforçam a ideia de que os continentes se movem lentamente ao longo do tempo geológico.

### Névoa e poluição do ar em S. Paulo

Roberto J. Villela  
Escritor para "O Estado"

A névoa que se forma sobre São Paulo, especialmente nos dias frios e úmidos, é um fenômeno natural causado pela condensação do vapor d'água presente no ar. No entanto, a poluição atmosférica proveniente das indústrias e dos veículos contribui significativamente para a formação de uma névoa mais densa e persistente, conhecida como "smog", que prejudica a saúde pública e a visibilidade.

Os estudos realizados em São Paulo demonstram que a poluição do ar está diretamente relacionada ao aumento das doenças respiratórias e cardiovasculares. A presença de partículas finas e gases nocivos no ar irrita as vias aéreas e pode agravar condições crônicas. Além disso, a poluição afeta a qualidade de vida e o bem-estar da população, tornando-se um dos principais problemas ambientais da cidade.

#### Observações

Observações realizadas em São Paulo indicam que a poluição do ar varia significativamente ao longo do ano e das estações do dia. Os níveis de contaminação tendem a ser mais altos durante os meses de inverno e em horários de maior tráfego veicular. Essas informações são essenciais para a elaboração de políticas públicas de controle da qualidade do ar.

#### União atômica

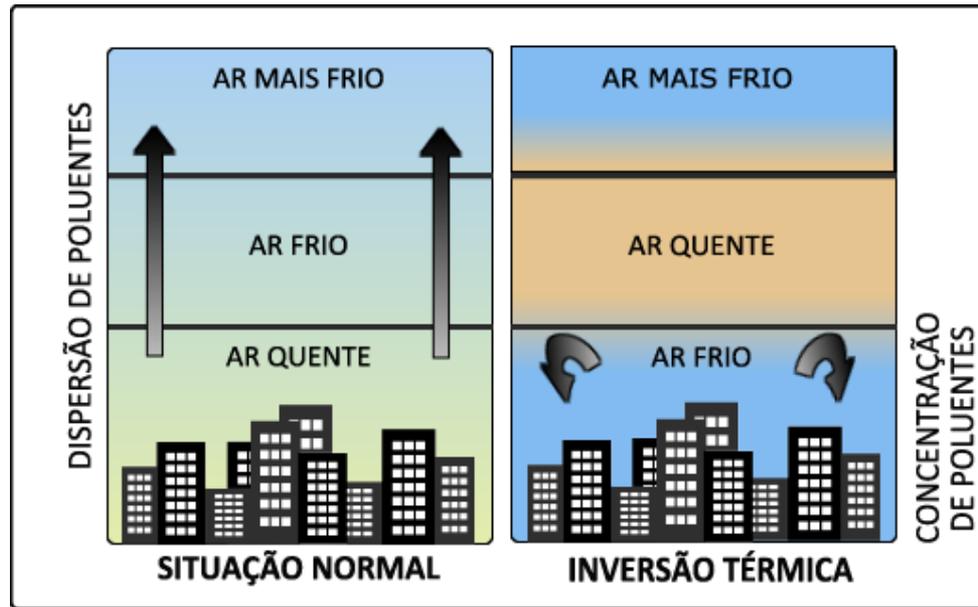
As discussões sobre a união atômica continuam a ganhar força em todo o mundo. Cientistas e filósofos debatem as implicações éticas e sociais do uso da energia nuclear. Enquanto alguns defendem o desenvolvimento responsável da tecnologia nuclear para fins pacíficos, outros alertam para os riscos de acidentes e da proliferação de armas nucleares.



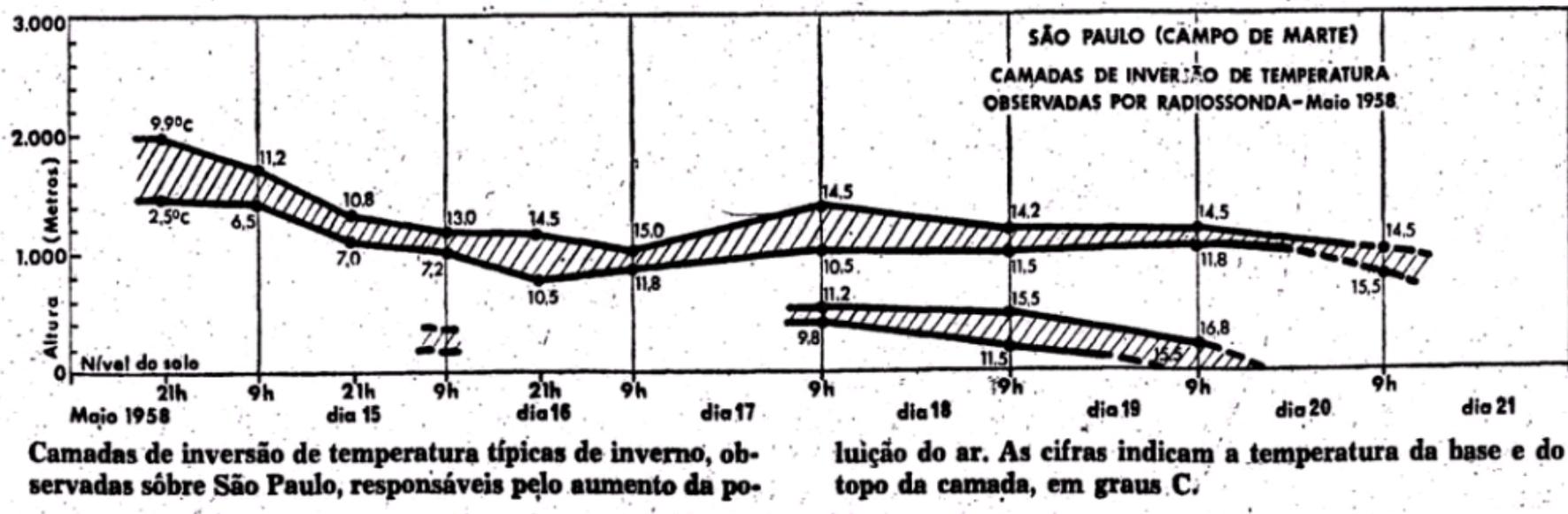
Camadas de inversão de temperatura típicas de inverno, observadas sobre São Paulo, responsáveis pelo aumento da poluição do ar. As cifras indicam a temperatura da base e do topo da camada, em graus C.

# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Inversão Térmica



# Políticas Públicas de Redução de Emissões



Domingo, 15 de agosto de 1971



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Algumas Consequências da Poluição Atmosférica

Molle, Mazoué, Géhin, & Ionescu (2013) Desenvolveram pesquisa para mensurar a qualidade do ar no interior de ônibus parisienses, comparando as concentrações de  $PM_{2.5}$  e  $NO_2$  com os níveis externos. Os autores verificaram que as concentrações internas são maiores, o que pode causar prejuízo à saúde dos motoristas que ficam sujeitos à altas concentrações durante seu período de trabalho. Isso remete aos trabalhos de Miller *et al.* (2013) e Solis-Soto, Patiño, Nowak, & Radon (2013) sobre as repercussões da poluição para a saúde humana, de Brucker, et al. (2014) sobre os impactos da poluição sobre a saúde de motoristas de taxi e à pesquisa de Jasinski, Pereira, & Braga (2011) sobre o aumento das internações hospitalares decorrentes do aumento da poluição do ar e às avaliações de Zhou, Hammitt, Fu, Gao, Liu, & Levy (2014) sobre redução da mortandade a partir da implantação de programas de controle de emissões.



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Principais Poluentes Atmosféricos

### Material Particulado

O material particulado é uma mistura de partículas líquidas e sólidas em suspensão no ar. Sua composição e tamanho dependem das fontes de emissão. O tamanho das partículas é expresso em relação ao seu tamanho aerodinâmico, definido como o diâmetro de uma esfera densa que tem a mesma velocidade de sedimentação que a partícula em questão (DOCKERY ; POPE, 1994).

Em geral, as partículas podem ser divididas em dois grupos:

Fonte: Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana  
<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=1039>



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Principais Poluentes Atmosféricos

- partículas grandes, com diâmetro entre 2,5 e 30  $\mu\text{m}$  de diâmetro, também chamadas “tipo grosseiro” (coarse mode), de combustões descontroladas, dispersão mecânica do solo ou outros materiais da crosta terrestre, que apresentam características básicas, contendo silício, titânio, alumínio, ferro, sódio e cloro. Pólenes e esporos, materiais biológicos, também se encontram nesta faixa;

Fonte: Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana  
<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=1039>



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Principais Poluentes Atmosféricos

- partículas derivadas da combustão de fontes móveis e estacionárias, como automóveis, incineradores e termoelétricas, em geral, são de menor tamanho, apresentando diâmetro menor que  $2,5\mu\text{m}$  (fine mode) e têm maior acidez, podendo atingir as porções mais inferiores do trato respiratório, prejudicando as trocas gasosas. Entre seus principais componentes temos carbono, chumbo, vanádio, bromo e os óxidos de enxofre e nitrogênio, que na forma de aerossóis (uma estável mistura de partículas suspensas em um gás), são a maior fração das partículas finas.

Fonte: Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana  
<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=1039>



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Principais Poluentes Atmosféricos

É oportuno salientar que a determinação da EPA para controle de partículas menores ou iguais a  $10\mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>), também chamadas de partículas inaláveis, se baseou no fato de que estas são as partículas que podem atingir as vias respiratórias inferiores, e não na sua composição química. Este material particulado inalável apresenta uma característica importante que é a de transportar gases adsorvidos em sua superfície até as porções mais distais das vias aéreas, onde ocorrem as trocas de gases no pulmão.

Fonte: Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana  
<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=1039>



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Principais Poluentes Atmosféricos

### Ozônio (O<sub>3</sub>)

O ozônio presente na troposfera, a porção da atmosfera em contato com a crosta terrestre, é formado por uma série de reações catalisadas pela luz do sol (raios ultravioleta) envolvendo, como precursores, óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e hidrocarbonetos, derivados de fontes de combustão móveis, como os veículos automotivos, de fontes estacionárias, como usinas termoelétricas, e até mesmo fontes naturais como as árvores, que contribuem na produção de compostos orgânicos voláteis .

Fonte: Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana  
<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=1039>



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Principais Poluentes Atmosféricos

O ozônio é um potente oxidante, citotóxico (provoca lesão das células), que atinge as porções mais distais vias aéreas.

As concentrações de ozônio nos ambientes externos são maiores que nos interiores dos edifícios, porém esta diferença pode diminuir dependendo do tipo de ventilação do local analisado. Como fonte domiciliar de ozônio podem ser citados os purificadores de ar, enquanto que nos escritórios podem haver máquinas de fotocópias.

**Fonte: Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana**  
<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=1039>



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Principais Poluentes Atmosféricos

Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>) e Aerossóis Ácidos

### Chuva Ácida

Resultado da combustão de elementos fósseis, como carvão e petróleo, têm como fontes principais os automóveis e termoelétricas. Uma vez lançado na atmosfera, o SO<sub>2</sub> é oxidado, formando ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Esta transformação depende do tempo de permanência no ar, da presença de luz solar, temperatura, umidade e adsorção do gás na superfície das partículas. A permanência no ar por um período grande de tempo faz com que o SO<sub>2</sub> e seus derivados (aerossóis ácidos) sejam transportados para regiões distantes das fontes primárias de emissão, aumentando a área de atuação destes poluentes.

Fonte: Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana  
<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=1039>



Os danos causados à saúde humana pelo SO<sub>2</sub> estão associados à sua solubilidade nas paredes do trato respiratório. Ele se dissolve na secreção úmida, chegando às vias inferiores, provocando espasmos dos bronquíolos, mesmo em pequenas concentrações<sup>3,14,26</sup>. Em quantidades maiores há irritação em todo o sistema respiratório, trazendo danos aos tecidos do pulmão<sup>26</sup>.

Com a presença do SO<sub>2</sub> há o agravamento de doenças respiratórias pré-existentes o que também contribui para o seu aparecimento. Ao lesar o aparelho muco-ciliar o SO<sub>2</sub> causa a traqueobronquite crônica, cujo portador fica predisposto a infecções respiratórias<sup>25</sup>. Pessoas asmáticas ou alérgicas podem ser 10 vezes mais reativas do que indivíduos saudáveis<sup>3</sup>. Em idosos expostos a baixas concentrações de SO<sub>2</sub> tem sido associados aumento da morbidade cardiovascular<sup>3,14,26</sup>.

A exposição a altas concentrações de SO<sub>2</sub> causa doenças respiratórias, alterações na defesa pulmonar e agravamento de doença cardiovascular já existente. As populações mais susceptíveis a este poluente são as crianças, idosos, asmáticos, doentes cardiovasculares, pneumopatas crônicos, como bronquíticos e enfisematosos. O SO<sub>2</sub> causa também irritação nos olhos, nariz e garganta. Após uma exposição a doses elevadas de SO<sub>2</sub> pode ocorrer doença obstrutiva crônica; níveis menores podem causar exacerbações de asma em pessoas que se exercitam<sup>15</sup>.

Os poluentes ambientais do tipo SO<sub>2</sub> e, menos significativamente, o MP, alteram peso de recém-nascidos e podem levar ao parto prematuro. Os efeitos mais importantes ocorrem no primeiro trimestre da gestação e não são alterados por fatores sócio-econômicos ou mês de nascimento<sup>34</sup>.

Importante associação foi observada entre tosse e sintomas respiratórios em vias aéreas superiores e inferiores e Dióxido de Enxofre, Ozônio e Material Particulado<sup>6</sup>.

# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Principais Poluentes Atmosféricos

### Monóxido de Carbono (CO)

Com exceção dos fumantes, que possuem suas próprias fontes emissoras de CO, os demais habitantes dos grandes centros urbanos têm no trânsito intenso a sua maior fonte deste poluente pois o automóvel é a maior fonte de emissão deste poluente. Pessoas que passam várias horas do dia dentro de um automóvel, ou que tenham que andar a pé ou de bicicleta são os mais afetados. Porém os ambientes internos, como residências e escritórios podem vir a sofrer os efeitos do CO proveniente do ambiente externo que entra pelo sistema de ventilação, ou que é produzido localmente por aquecedores a óleo, fumantes, churrasqueiras e fogão a gás.



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Principais Poluentes Atmosféricos

Doença Pulmonar  
Obstrutiva Crônica

A exposição ao Monóxido de Carbono pode causar dor de cabeça, fadiga e sintomas iguais ao da gripe, efeitos cardíacos diversos que incluem a diminuição da capacidade de se exercitar. Pacientes com doença da artéria coronária podem sofrer aumento das áreas isquêmicas e angina em um período pequeno após o início dos exercícios. A tolerância ao exercício também é reduzida em portadores de DPOC, em consequência da queda da eliminação de CO. As manifestações neurológicas são mudanças na percepção visual e auditiva, da função psicomotora, destreza, vigilância, orientação temporal<sup>15</sup>.

A exposição ao CO está relacionada ao aumento da hospitalização por problemas cardiovasculares. A população tabagista, os portadores de doenças das artérias coronárias e doenças vasculares periféricas, assim como também os DPOC são os mais susceptíveis aos efeitos do CO<sup>15</sup>.

Fonte: Poluentes Atmosféricos: Algumas Conseqüências Respiratórias na Saúde Humana

<http://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistafafibeonline/sumario/10/19042010082434.pdf>

# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Principais Poluentes Atmosféricos

### Óxidos de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>)

As principais fontes de óxido nítrico (NO) e dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) são os motores dos automóveis. As usinas termoelétricas e indústrias que utilizam combustíveis fósseis contribuem em menor escala. Durante a combustão sob elevadas temperaturas, o oxigênio reage com o nitrogênio formando óxido nítrico (NO), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) e outros óxidos de nitrogênio (No<sub>x</sub>). Estes compostos são extremamente reativos e na presença de oxigênio (O<sub>2</sub>), ozônio e hidrocarbonetos, o NO se transforma em NO<sub>2</sub>. Por sua vez, NO<sub>2</sub> na presença de luz do sol, reage com hidrocarbonetos e oxigênio formando ozônio (O<sub>3</sub>), sendo um dos principais precursores deste poluente na troposfera.



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Principais Poluentes Atmosféricos

A exposição do ser humano ao  $\text{NO}_2$  faz aumentar a sensibilidade à asma e à bronquite, abaixar a resistência às infecções respiratórias e ao penetrar no organismo pode levar a processos carcinogênicos<sup>3,14,26</sup>. Provoca lesões celulares e, em intoxicações mais graves, pode ocorrer edema pulmonar, hemorragias alveolares e insuficiência respiratória. Causam traqueítes, bronquites crônicas, enfisema pulmonar e brocopneumonias químicas ou infecciosas<sup>25</sup>.

Altas concentrações de  $\text{NO}_2$  são perigosas e causam lesões pulmonares, edema pulmonar fatal e broncopneumonia. Baixas concentrações afetam a limpeza mucociliar, o transporte de partículas, a função dos macrófagos e a imunidade local, produz tosse e entupimento nasal<sup>15</sup>.

Fonte: Poluentes Atmosféricos: Algumas Conseqüências Respiratórias na Saúde Humana

<http://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistafafibeonline/sumario/10/19042010082434.pdf>



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Estratégia de implantação do PROCONVE para veículos leves Fases" L")

### Fase L-1

1988-1991

Caracterizada pela eliminação dos modelos mais poluentes e aprimoramento dos projetos dos modelos já em produção. Iniciou-se também nesta fase o controle das emissões evaporativas. As principais inovações tecnológicas que ocorreram nesta fase foram: reciclagem dos gases de escapamento para controle das emissões de NOx; injeção secundária do ar no coletor de exaustão para o controle de CO e HC; implantação de amortecedor da borboleta do carburador para controle do HC e a otimização do avanço da ignição.



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Estratégia de implantação do PROCONVE para veículos leves Fases" L")

**Fase L-2**      1992-1996

A partir dos limites verificados na Resolução CONAMA 18 de 1986, nessa fase investiu-se na adequação de catalisadores e sistemas de injeção eletrônica para uso com mistura de etanol, em proporção única no mundo. As principais inovações nos veículos foram a injeção eletrônica, os carburadores assistidos eletronicamente e os conversores catalíticos. Em 1994 iniciou-se o controle de ruído dos veículos.



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Estratégia de implantação do PROCONVE para veículos leves Fases" L")

**Fase L-3**      1997-2004

Em face da exigência de atender aos limites estabelecidos a partir de 1º de janeiro de 1997 (Resolução CONAMA 15 de 1995), ocorreram reduções bastante significativas em relação aos limites anteriores, e o fabricante/importador empregou, conjuntamente, as melhores tecnologias disponíveis para a formação de mistura e controle eletrônico do motor como, por exemplo, o sensor de oxigênio (denominado "sonda lambda").



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Estratégia de implantação do PROCONVE para veículos leves Fases" L")

**Fase L-4**      2005-2008

Tendo como referência a Resolução CONAMA Nº 315 de 2002, a prioridade nesta fase que teve início no ano de 2005 é a redução das emissões de HC e NOx, (substâncias precursoras de Ozônio). Para o atendimento desta fase, se deu o desenvolvimento de motores com novas tecnologias como a otimização da geometria da câmara de combustão e dos bicos de injeção, o aumento da pressão da bomba injetora e a injeção eletrônica.



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Estratégia de implantação do PROCONVE para veículos leves Fases" L")

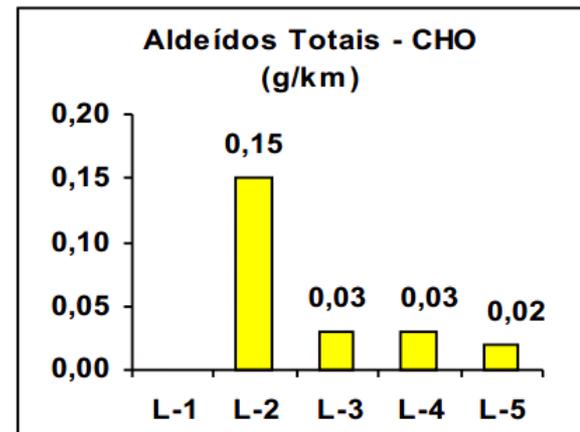
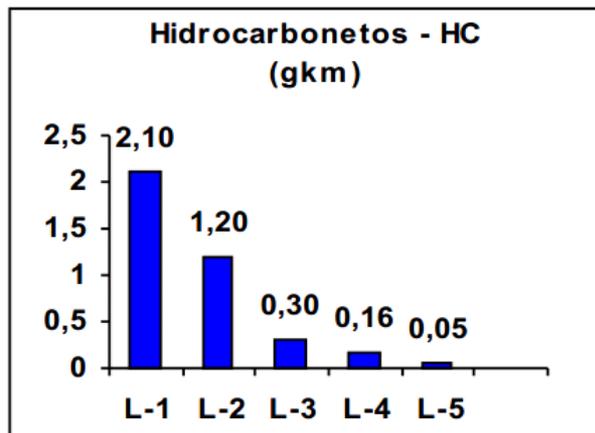
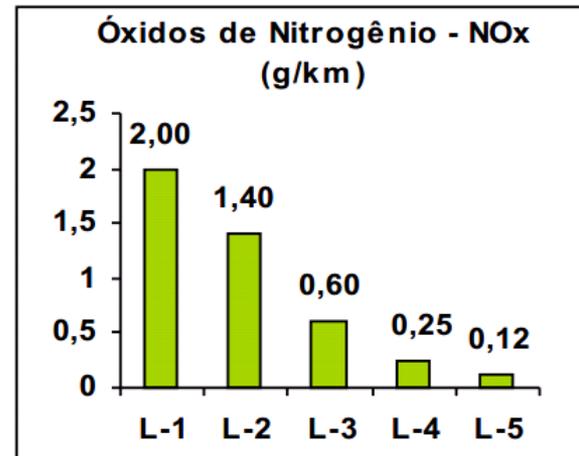
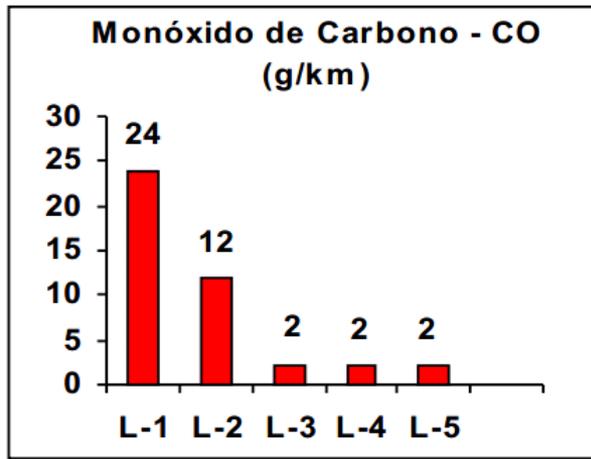
**Fase L-5**      2009-2013

Com os limites de emissão da Resolução CONAMA Nº 315 de 2002, da mesma forma que na fase L-4, a prioridade na fase L-5 é a redução das emissões de HC e NO. De maneira análoga à fase L-4, as inovações tecnológicas se deram na otimização da geometria da câmara de combustão e dos bicos, o aumento da pressão da bomba injetora e a injeção eletrônica. Nesta fase deu-se a redução de 31% das emissões de hidrocarbonetos não-metano para os veículos leves do ciclo Otto e de 48% e 42% para as emissões de NO<sub>x</sub> para os veículos leves do ciclo Otto e Diesel, respectivamente. Além disso, as emissões de aldeídos foram reduzidas em, aproximadamente, 67% para os veículos do ciclo Otto.



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Estratégia de implantação do PROCONVE para veículos leves (Fases "L")



Evolução dos limites de CO, HC, NOx e CHO para veículos leves (Fases PROCONVE –L)

# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Limites Máximos de Emissão de Poluentes para Veículos Automotores

### Veículos Leve de Passageiros

POLUENTES	LIMITES	
	Fase L-5	Fase L-6 <sup>(1)</sup>
	Desde 1º/1/2009	A partir de 1º/1/2014
monóxido de carbono (CO em g/km)	2,00	1,30
hidrocarbonetos (HC em g/km)	0,30 <sup>(2)</sup>	0,30 <sup>(2)</sup>
hidrocarbonetos não metano (NMHC em g/km)	0,05	0,05
óxidos de nitrogênio (NOx em g/km)	0,12 <sup>(3)</sup> ou 0,25 <sup>(4)</sup>	0,08
material particulado <sup>(4)</sup> (MP em g/km)	0,05	0,025
aldeídos <sup>(3)</sup> (CHO g/km)	0,02	0,02
emissão evaporativa (g/ensaio)	2,0	1,5 <sup>(6)</sup> ou 2,0 <sup>(5)(6)</sup>
emissão de gás no cárter	nula	nula

**(1)** Em 2014 -> para todos os novos lançamentos

A partir de 2015 -> para todos os veículos comercializados

**(2)** Aplicável somente a veículos movidos a GNV;

**(3)** Aplicável somente a veículos movidos a gasolina ou etanol;

**(4)** Aplicável somente a veículos movidos a óleo diesel;

**(5)** Aplicável aos ensaios realizados em câmara selada de volume variável

**(6)** Aplicado a todos os veículos a partir de 1º/1/2012

# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Limites Máximos de Emissão de Poluentes para Veículos Automotores

Veículos Leves Comerciais - massa referência para ensaio menor que 1700 kg

POLUENTES	LIMITES		
	Fase L-4 <sup>(1)</sup>	Fase L-5	Fase L-6 <sup>(2)</sup>
	Desde 1º/1/2005	Desde 1º/1/2009	A partir de 1º/1/2012
monóxido de carbono (CO em g/km)	2,00	2,00	1,30
hidrocarbonetos (HC em g/km)	0,30 <sup>(3)</sup>	0,30 <sup>(3)</sup>	0,30 <sup>(3)</sup>
hidrocarbonetos não metano (NMHC em g/km)	0,16	0,05	0,05
óxidos de nitrogênio (NOx em g/km)	0,25 <sup>(4)</sup> ou 0,60 <sup>(5)</sup>	0,12 <sup>(4)</sup> ou 0,25 <sup>(5)</sup>	0,08
material particulado <sup>(5)</sup> (MP em g/km)	0,08	0,05	0,03
aldeídos <sup>(4)</sup> (CHO g/km)	0,03	0,02	0,02
emissão evaporativa <sup>(4)</sup> (g/ensaio)	2,0	2,0	1,5 <sup>(7)</sup> ou 2,0 <sup>(6)(7)</sup>
emissão de gás no cárter	nula	nula	nula

**(1) Permanece em vigor nos anos de 2009, 2010 e 2011, somente para os veículos Diesel, por força de Acordo Judicial homologado pelo Juízo federal no estado de São Paulo**

**(2) Em 2012 -> Inicia para os veículos Diesel dos signatários do Acordo Judicial;**

A partir de 2013 -> para todos os veículos Diesel;

A partir de 2014 -> para os novos lançamentos de veículos do ciclo Otto;

A partir de 2015 -> para todos os veículos comercializados.

**(3) Aplicável somente a veículos movidos a GNV;**

**(4) Aplicável somente a veículos movidos a gasolina ou etanol;**

**(5) Aplicável somente a veículos movidos a óleo diesel;**

**(6) Aplicável aos ensaios realizados em câmara selada de volume variável**

**(7) Aplicável a todos os veículos a partir de 1º/1/2012**

# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Limites Máximos de Emissão de Poluentes para Veículos Automotores

Veículos Leves Comerciais - massa referência para ensaio maior que 1700 kg

POLUENTES	LIMITES		
	Fase L-4 <sup>(1)</sup>	Fase L-5	Fase L-6 <sup>(2)</sup>
	desde 1º/1/2005	a partir de 1º/1/2009	a partir de 1º/1/2012
monóxido de carbono (CO em g/km)	2,70	2,70	2,00
hidrocarbonetos (HC em g/km)	0,50 <sup>(3)</sup>	0,50 <sup>(3)</sup>	0,50 <sup>(3)</sup>
hidrocarbonetos não metano (NMHC em g/km)	0,20	0,06	0,06
óxidos de nitrogênio (NOx em g/km)	0,43 <sup>(4)</sup> ou 1,00 <sup>(5)</sup>	0,25 <sup>(4)</sup> ou 0,43 <sup>(5)</sup>	0,25 <sup>(4)</sup> ou 0,35 <sup>(5)</sup>
material particulado <sup>(5)</sup> (MP em g/km)	0,10	0,06	0,04
aldeídos <sup>(4)</sup> (CHO g/km)	0,06	0,04	0,03
emissão evaporativa (g/ensaio)	2,0	2,0	1,5 <sup>(4)(7)</sup> ou 2,0 <sup>(4)(6)(7)</sup>
emissão de gás no cárter	nula	nula	nula

**(1) Permanece em vigor nos anos de 2009, 2010 e 2011, somente para os veículos Diesel, por força de Acordo Judicial homologado pelo Juízo federal no estado de São Paulo**

**(2)** Em 2012 -> Inicia para os veículos Diesel dos signatários do Acordo Judicial;

A partir de 2013 -> para todos os veículos Diesel;

A partir de 2014-> para os novos lançamentos de veículos do ciclo Otto;

A partir de 2015 -> para todos os veículos comercializados.

**(3)** Aplicável somente a veículos movidos a GNV;

**(4)** Aplicável somente a veículos movidos a gasolina ou etanol;

**(5)** Aplicável somente a veículos movidos a óleo diesel;

**(6)** Aplicável aos ensaios realizados em câmara selada de volume variável

**(7)** Aplicável a todos os veículos a partir de 1º/1/2012

# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Limites Máximos de Emissão de Poluentes para Veículos Automotores

### Veículos Pesados – Ciclo Diesel – Convencional e com Pós-tratamento (Ciclo de testes ESC/ELR)

POLUENTES	LIMITES		
	Fase P-5 <sup>(1)</sup>	Fase P-6	Fase P-7
	desde 1º/1/2004	a partir de 1º/1/2009	a partir de 1º/1/2012
monóxido de carbono (CO em g/kW.h)	2,10	1,50	1,50
hidrocarbonetos (HC em g/kW.h)	0,66	0,46	0,46
óxidos de nitrogênio (NOx em g/kW.h)	5,00	3,50	2,00
material particulado (MP em g/kW.h)	0,10 ou 0,13 <sup>(2)</sup>	0,02	0,02
opacidade ELR (m <sup>-1</sup> )	0,80	0,50	0,50

**(1) Permanece em vigor nos anos de 2009, 2010 e 2011 por força de Termo de Ajustamento homologado pelo Juízo Federal no estado de São Paulo**

**(2) Aplicável somente a motores de cilindrada unitária inferior a 0,75 dm<sup>3</sup> e rotação à potência nominal superior a 3000 m<sup>-1</sup>;**



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Limites Máximos de Emissão de Poluentes para Veículos Automotores

### Veículos Pesados – Ciclo Diesel – Convencional e com Pós-tratamento (Ciclo de testes ESC/ELR)

POLUENTES	LIMITES		
	Fase P-5 <sup>(1)</sup>	Fase P-6	Fase P-7
	desde 1º/1/2004	a partir de 1º/1/2009	a partir de 1º/1/2012
monóxido de carbono (CO em g/kW.h)	2,10	1,50	1,50
hidrocarbonetos (HC em g/kW.h)	0,66	0,46	0,46
óxidos de nitrogênio (NOx em g/kW.h)	5,00	3,50	2,00
material particulado (MP em g/kW.h)	0,10 ou 0,13 <sup>(2)</sup>	0,02	0,02
opacidade ELR (m <sup>-1</sup> )	0,80	0,50	0,50

**(1) Permanece em vigor nos anos de 2009, 2010 e 2011 por força de Termo de Ajustamento homologado pelo Juízo Federal no estado de São Paulo**

**(2) Aplicável somente a motores de cilindrada unitária inferior a 0,75 dm<sup>3</sup> e rotação à potência nominal superior a 3000 m<sup>-1</sup>;**



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Limites Máximos de Emissão de Poluentes para Veículos Automotores

### Ciclomotores

POLUENTES	LIMITES
	Desde 1º/1/2005 <sup>(1)(2)</sup>
monóxido de carbono (CO em g/km)	1,0
hidrocarbonetos + óxidos de nitrogênio (HC + NOx em g/km)	1,2

**(1)** a produção ou importação de até 50 unidades de um modelo por ano, num total máximo de 100 unidades de diferentes modelos por importador ou fabricante, poderá ser isenta da apresentação do atendimento aos limites;

**(2)** - em 1º/1/2005 -> iniciou para todos os novos lançamentos de modelos.

- em 1º/1/2006 -> exigido para todos os modelos.



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Limites Máximos de Emissão de Poluentes para Veículos Automotores

### Motocicletas

POLUENTES		LIMITES			
		Desde 1º/1/2005 <sup>(1)(2)</sup>		a partir de 1º/1/2009 <sup>(1)</sup>	
		Motorização			
		< 150 cc	≥ 150 cc	< 150 cc	≥ 150 cc
monóxido de carbono (CO em g/km)		5,5	5,5	2,0	2,0
hidrocarbonetos (HC em g/km)		1,2	1,0	0,8	0,3
óxidos de nitrogênio (NOx em g/km)		0,3	0,3	0,15	0,15
monóxido de carbono em marcha lenta (CO <sub>Marcha Lenta</sub> )		≤ 250 cc	6,0%		
		> 250 cc	4,5%		

**(1)** a produção ou importação de até 50 unidades de um modelo por ano, num total máximo de 100 unidades de diferentes modelos por importador ou fabricante, poderá ser isenta da apresentação do atendimento aos limites;

**(2)** - em 1º/1/2005 -> iniciou para todos os novos lançamentos de modelos.

- em 1º/1/2006 -> exigido para todos os modelos.



# Políticas Públicas de Redução de Emissões



Higher fuel prices are associated with lower air pollution levels

Adrian G. Barnett<sup>a,\*</sup>, Luke D. Knibbs<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Institute of Health and Biomedical Innovation, Queensland University of Technology, Brisbane, Australia  
<sup>b</sup> School of Population Health, The University of Queensland, Brisbane, Australia

## ARTICLE INFO

Article history:  
Received 25 October 2013  
Accepted 29 January 2014  
Available online 16 February 2014

Keywords:  
Air pollution  
Policy  
Fuel  
Vehicles  
Taxes

## ABSTRACT

Air pollution is a persistent problem in urban areas, and traffic emissions are a major cause of poor air quality. Policies to curb pollution levels often involve raising the price of using private vehicles, for example, congestion charges. We were interested in whether higher fuel prices were associated with decreased air pollution levels. We examined an association between diesel and petrol prices and four traffic-related pollutants in Brisbane from 2010 to 2013. We used a regression model and examined pollution levels up to 16 days after the price change. Higher diesel prices were associated with statistically significant short-term reductions in carbon monoxide and nitrogen oxides. Changes in petrol prices had no impact on air pollution. Raising diesel taxes in Australia could be justified as a public health measure. As raising taxes is politically unpopular, an alternative political approach would be to remove schemes that put a downward pressure on fuel prices, such as industry subsidies and shopping vouchers that give fuel discounts.

© 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.

## 1. Introduction

Traffic emissions are the major source of air pollution in most urban areas. High levels of traffic pollution are associated with multiple serious health problems, including myocardial infarction (Hart et al., 2013), stroke (Miller et al., 2007), asthma (Modig et al., 2009) and preterm birth (Wilhelm et al., 2011). Traffic emissions are a major contributor to ambient outdoor particulate matter pollution, which is the ninth leading risk factor in the global burden of disease (Lim et al., 2012). Vehicular fossil fuel combustion also makes a substantial contribution to global warming (Smith et al., 2009).

Reducing traffic-related air pollution is difficult as many people contribute to its creation and policies that aim to reduce vehicle usage are met with resistance from the powerful car lobby (Douglas et al., 2011). Congestion charges (where fees are charged in an effort to reduce vehicle use) are generally unpopular with the public and have had mixed results in terms of reducing traffic-related air pollution (Kelly et al., 2011). Policies that improve fuel and vehicle standards do improve air quality (Giles et al., 2010), but take time to have an impact.

Traffic pollution has many parallels with cigarette smoking as a public health issue (Douglas et al., 2011; Peters, 2009), including that reducing the health impacts can be achieved by reducing consumption. One proven method of decreasing cigarette consumption is to raise prices. We were interested in whether higher fuel prices had a positive effect on air quality. In economics this is known as "price elasticity" and higher fuel prices do reduce vehicle numbers (Hirota and Poot, 2004), but no research has shown if the reduction in vehicle numbers is large enough to impact on

air quality. We examined whether higher fuel prices in Brisbane, Australia, were associated with reductions in traffic-related air pollution.

## 2. Materials and methods

Brisbane is the capital of the state of Queensland and is its most populous city (2.2 million people). We assessed the association between daily fuel prices and daily air pollution levels in Brisbane from July 2010 to June 2013. We examined the most recent three years as this gave us sufficient statistical power, with a greater than 90% power to detect a 10% short-term change in the selected air pollutants for a 10 cent change in price.

We used average daily pollution data from two monitoring stations that are the city's most directly exposed to traffic emissions. These stations are near the city centre and near to major roads and freeways carrying 50,000 to 130,000 vehicles per day (see Appendix A) (Department of Transport and Main Roads, 2011). Both stations are subject to traffic emissions from all wind directions. We examined the following air pollutants that are markers of traffic-related air pollution: carbon monoxide, nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) and particulate matter (Ban-Weiss et al., 2008). For particulate matter we examined both PM<sub>2.5</sub> (<2.5 µm) and PM<sub>10</sub> (<10 µm).

We obtained average daily price data across Brisbane for unleaded petrol and diesel. Approximately 75% of vehicles in Brisbane are fuelled by unleaded petrol, and 20% by diesel, which covers 95% of vehicles (Australian Bureau of Statistics, 2013).

### 2.1. Statistical methods

We were only interested in the short-term association between fuel price and pollution. Long-term changes in pollution levels are due to

## Algumas Estratégias

Barnett & Knibbs (2014) avaliam a **eficácia do aumento de preço do diesel como forma de reduzir a poluição atmosférica na Austrália.**

Concluem que a elevação de preço do diesel poderia contribuir para a melhoria da qualidade do ar, com redução do CO e NO<sub>2</sub>, mas sem repercussão nos níveis de material particulado (PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub>).

\* Corresponding author at: Queensland 4059, Australia. Tel.: +61 7 3138 6010; fax: +61 7 3138 6280.  
E-mail address: abarnett@qut.edu.au (A.G. Barnett).



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Algumas Estratégias

O trabalho empreendido por De Grange & Troncoso (2011), por sua vez, avaliou a eficácia de **medidas emergenciais de restrição de circulação de veículos em Santiago (Chile)**, durante o inverno de 2008. Na ocasião, estabeleceu-se um esquema de restrição ao uso de veículos com catalisador (dois finais de placa por dia, das 7:00h às 9:30h) e outro ainda mais severo aos veículos sem esse filtro (restrição total de circulação, sem especificação de horário). Verificou-se que não houve redução significativa no número de veículos circulando em Santiago. Os resultados também mostram que houve um aumento pequeno no uso do metrô, mas não foi verificada alteração no uso dos ônibus urbanos (De Grange & Troncoso, 2011).

# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Algumas Estratégias

Ainda considerando propostas mais convencionais, Han, Yang, & Wang (2010) ponderam que a **restrição à circulação de veículos com base no final da placa pode ser eficaz durante curtos períodos**, mas que pode não resultar na redução de poluentes em períodos mais longos. Segundo ele, isso se explica pela possibilidade de as pessoas se adaptarem à essas restrições adquirindo um veículo adicional, por exemplo.



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Algumas Estratégias

Por outro lado, há relatos de sucesso em a restrição à circulação de veículos mostrou-se eficiente na redução de poluentes. Qadir, Abbaszade, Schnelle-Kreis, Chow, & Zimmermann (2013) discorrem sobre os **efeitos positivos da implementação, em Munique, de uma Low Emission Zone (LEZ) ou zona de baixa emissão**, onde há restrições à circulação de veículos automotores.



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Algumas Estratégias

Em abordagem similar, Rahul & Verma (2013) constataram os **benefícios econômicos da utilização de meios de transporte não motorizados na Índia**. Foram considerados benefícios como redução dos congestionamentos, **diminuição da poluição do ar** e redução dos acidentes com veículos motorizados. Esse tema também foi tratado por Tight, et al. (2011) ao estabelecerem cenários em urbanos em que ocorresse o aumento do uso de bicicletas e do transporte a pé.



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Algumas Estratégias

Leinert, Daly, Hyde, & Gallachóir (2013) relatam a situação ocorrida na Irlanda como resultado de uma **política de redução de emissões de CO<sub>2</sub>** desenvolvida a partir de 2008. Como as emissões de CO<sub>2</sub> sofreram um incremento de 34% entre 2000 e 2008, a partir de 2008 **passou a haver uma taxaço para estimular o uso de veículos com menor emissão desse gás**. Como resultado, **houve um aumento da compra de veículos diesel, pois eles são menos intensivos na geração de CO<sub>2</sub>**. Em contrapartida, **houve um aumento das emissões de NO<sub>2</sub>, que são gerados em muito maior intensidade por esse tipo de motor**. Segundo os autores, quando da formulação de políticas públicas, é necessário verificar as possíveis implicações de determinadas restrições ou taxaço, pois a redução de um poluente pode refletir no acréscimo de outras emissões.

# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Algumas Estratégias

Pereira, de Campos Jr., de Lima, Barrozo, & Morelli (2014) analisaram o **impacto causado na qualidade do ar quando da substituição dos ônibus urbanos por automóveis.**

Durante uma greve no transporte público na cidade de Uberlândia, **verificou-se a concentração de PM10 teve um incremento superior a 50%,** mostrando que os investimentos em transporte público podem reduzir, efetivamente, a poluição do ar.



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Algumas Estratégias

Liu, Chen, Zhang, Bu, Bi, & Yu (2012) analisaram **a adoção de gás pelos taxis na China**, mostrando que os **veículos que têm o uso compartilhado** por mais de um motorista são mais propensos a adotarem esse tipo de combustível, uma vez que os **custos de conversão podem ser divididos**, reduzindo as emissões.

Isso remete ao trabalho de Mena-Carrasco, et al. (2012) que mostra a **importância para a redução de emissões da substituição do diesel pelo gás em ônibus em Santiago (Chile)**.



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Algumas Estratégias

Uso do transporte público: esses benefícios foram comprovados em estudo como o desenvolvido por Pereira, de Campos Jr., de Lima, Barrozo, & Morelli (2014).

A pesquisa desenvolvida por Sellitto, Borchardt, Pereira, & Sauer (2013) verificou que, embora os usuários reconheçam os benefícios ambientais do transporte e estejam satisfeitos com a qualidade do serviço, **não há uma propensão ao aumento no número de viagens.**

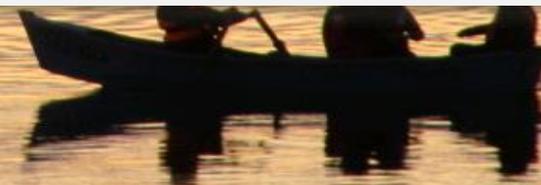
Esse problema já havia sido verificado em estudos anteriores, por exemplo, como na pesquisa realizada por Carrus, Passafaro, & Bonnes (2008) e Winter & Koger (2004).

# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Algumas Estratégias

Há trabalhos que avaliam meios alternativos de transporte. Por exemplo, Jones, Cherry, Vu, & Nguyen (2013) ponderam que houve um **aumento significativo no uso de motocicletas em países asiáticos em substituição a formas de transporte com baixa emissão de poluentes.**

Em razão disso, os autores investigaram a adoção de **motocicletas elétricas** como uma proposta alternativa que atenda às expectativas da população e, ao mesmo tempo, tenha baixa emissão. Constataram ser importante a existência de incentivos econômicos, com redução de taxas e impostos, para aumentar o uso dessa alternativa.



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Algumas Estratégias

MacNaughton, Melly, Vallarino, Adamkiewicz, & Spengler (2014) analisaram a **exposição de ciclistas à poluição em três tipos ciclovias**: aquelas segregadas do trânsito, aquelas adjacentes às faixas de rodagem e as compartilhadas com ônibus.

Verificou-se que a **menor exposição ocorre em vias segregadas**, fato que deve ser levado em consideração pelos gestores públicos.



# Políticas Públicas de Redução de Emissões

## Algumas Estratégias

Szwarcfiter, Mendes, & La Rovere (2005) discorrem sobre a importância da **renovação da frota como forma de reduzir as emissões**, uma vez que os veículos mais novos adotam soluções tecnológicas que melhoram a queima de combustíveis e reduzem a emissão de poluentes..

