

SP 04/96

NT 196-A/96

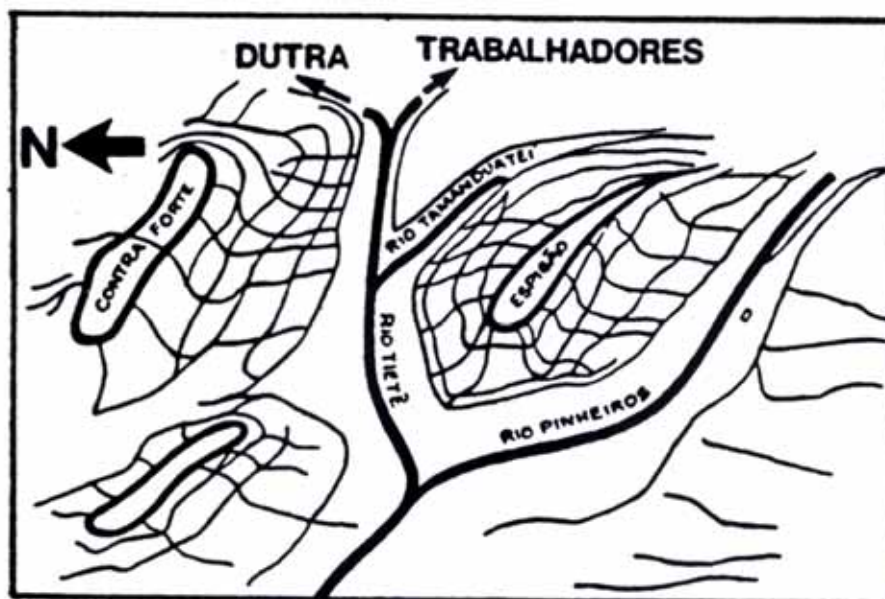
Generalidades sobre a poluição na cidade de São Paulo e suas bacias de sedimentação

Engº José Tadeu Braz

Arqº Edison de Oliveira Vianna Jr.

1. Introdução

Os períodos entre invernos proporcionam uma circulação de ar no município de SP mais favoráveis que no inverno. É no inverno que ocorrem as inversões térmicas na cidade. A formação topográfica de SP, caracterizada como um anfiteatro, faz com que mesmo com a presença de ventos a dispersão de poluentes não seja efetiva. A cidade se vê envolvida diariamente por uma espécie de campânula e furta-cor gerada pelas reações fotoquímicas dos poluentes secundários na atmosfera, colaborando então para um visual desagradável aos que se aproximam dela.



A circulação de ventos se dá através das bacias de sedimentação que podem ser vistas como fundos de vale (os rios são sinônimos de vale), a saber os principais do município: bacias de sedimentação do rio Tietê, bacia de sedimentação do rio Pinheiros e bacia de sedimentação do rio Tamanduateí.

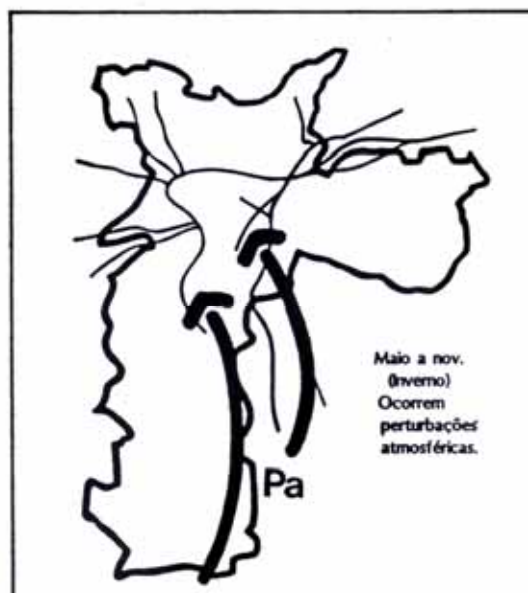
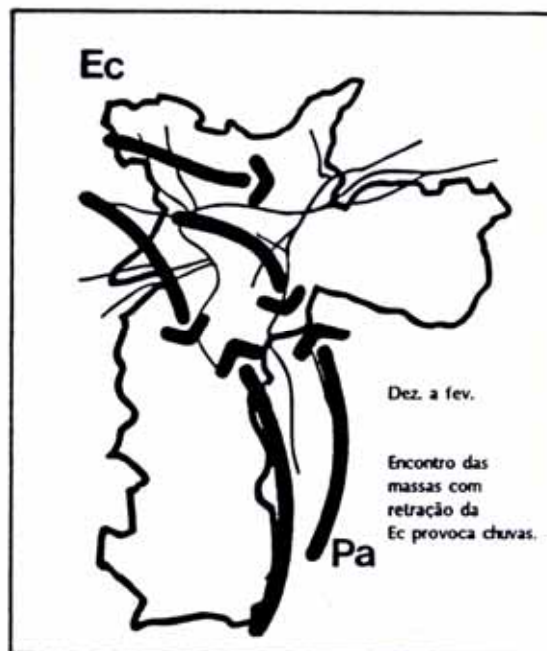


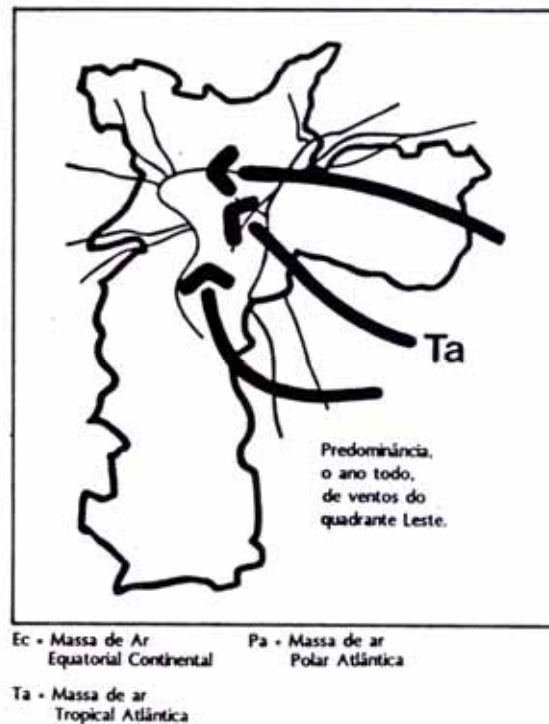
Os ventos indicados na figura abaixo, exercem grande influência sobre o clima de SP e são provenientes do pólo Sul (Patagônia) e Atlântico.



2. Principais entradas de ventos e suas influências

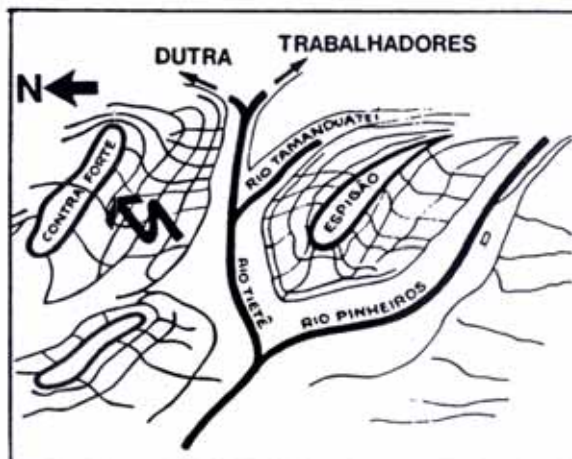
Na bacia de sedimentação do rio Tamanduateí, temos com a chegada da massa de ar o carregamento da poluição originada na região do ABC. Essa massa de ar arrasta os resíduos das indústrias que utilizam enxofre na fundição de materiais, além da poluição causada pelo grande número de veículos.





3. Natureza Modificada

Nas bacias de sedimentação dos rios Pinheiros e Tietê é que ocorrem os maiores problemas de poluição do ar, pois, dependendo da época do ano, tem-se uma ventilação reduzida fazendo com que a dispersão e difusão sejam dificultadas pelos fracos movimentos dos ventos. Mesmo em épocas extra inverno, as massas de ar polar têm dificuldades de carregar os materiais poluentes para fora do município, uma vez que o contraforte da Cantareira constitui obstáculo para a dispersão dos poluentes, sendo devolvidos geralmente na área do rio Tietê.

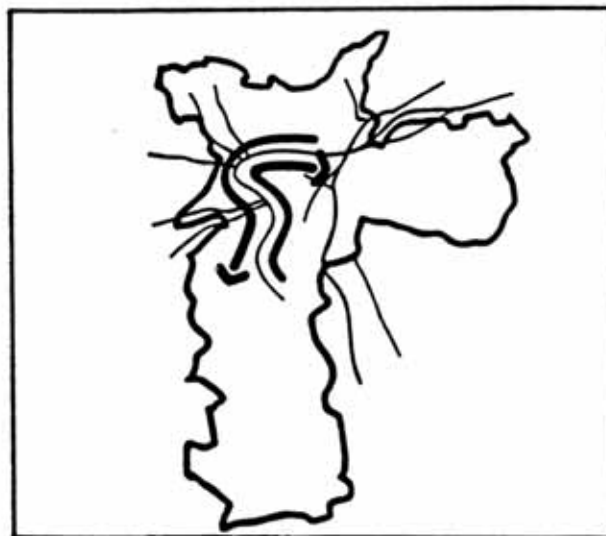


Os maiores corredores de tráfego (vias marginais Tietê e Pinheiros) estão alocados nestas bacias, que somados à Avenida dos Bandeirantes contribuem diariamente para a passagem de mais de 1 milhão de veículos (calhas de tráfego pesado).

O número de caminhões que não tem como finalidade a cidade de SP, utilizando as marginais como via de passagem chega a 20% do total. Portanto, ao utilizar as marginais para transporte de carga em sua maioria do sul para o norte e vice-versa, estes caminhões agravam a situação da poluição, sem trazer benefícios para a cidade.



Isto se deve ao fato de receber a chegada de grande parte das maiores rodovias do país, com características não só de circulação, ou seja, ausência de vias perimetrais que fariam esta última função, contribuindo decisivamente pela grande massa circulante nas marginais.

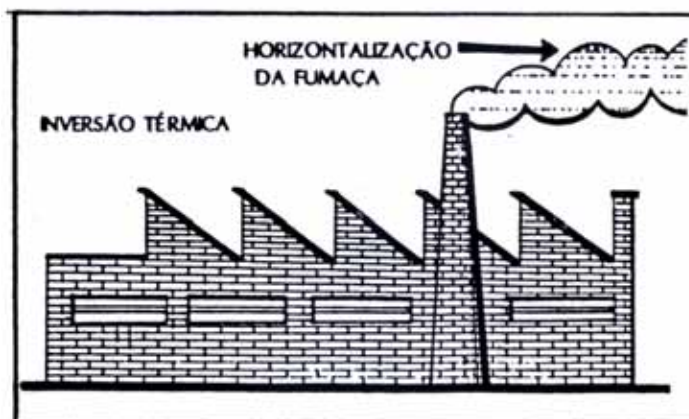


4. Clima de Deserto

Algumas épocas do ano, principalmente no inverno, com a ausência de ventos forma-se uma espécie de calor (fenômeno típico das grandes metrópoles) propiciando inversões térmicas onde as temperaturas da região mais adensada da cidade tenham diferenças de até 10°C da região periférica adensada por matas, o que foge dos padrões internacionais que recomendam uma diferença máxima de 5°C.



Similar a estes, poderíamos chamar de “efeito estufa” que é uma das conseqüências mais assustadoras deste descontrole. Ele ocorre quando os gases da atmosfera permitem a entrada de luz solar até atingir a superfície do solo. Mas impedem a saída do calor infravermelho radiado pelo planeta. Com isso, provocam superaquecimento do clima.

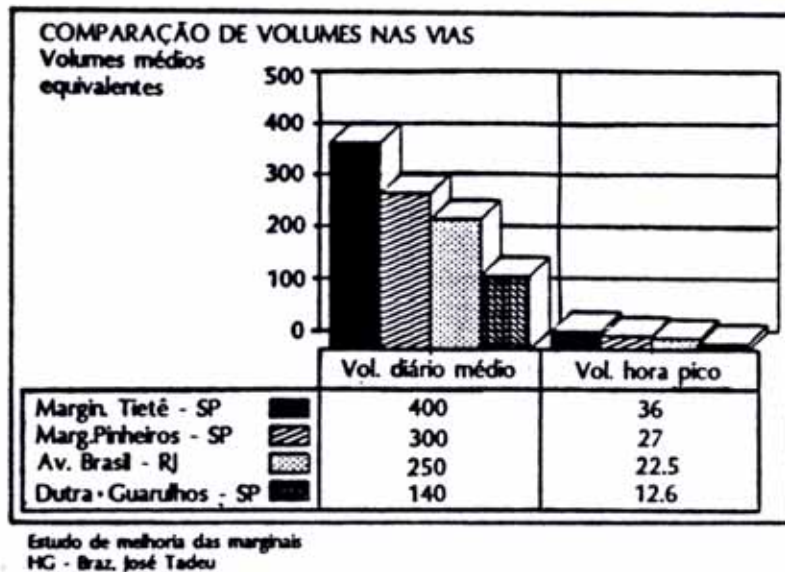


Estes excedentes de temperatura devem-se basicamente à redução da evaporação, ao aumento de rugosidade e às propriedades térmicas dos materiais e pavimentos. Em dias extremamente quentes, associado à umidade relativa baixa, provoca um clima de deserto.

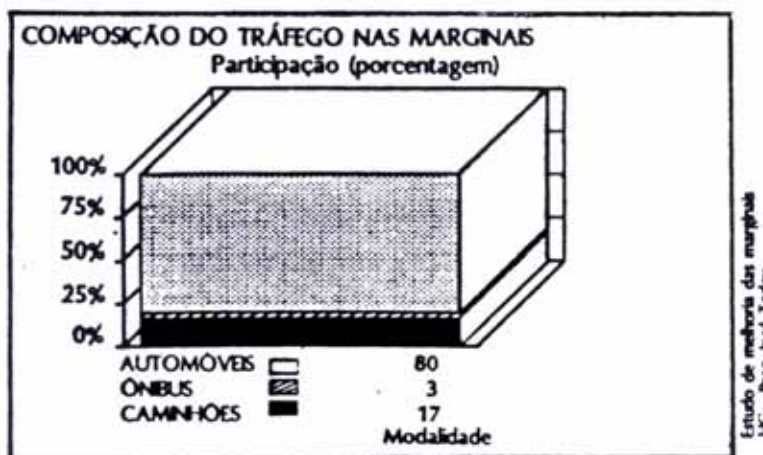
5. Histórico

Uma análise histórica sobre volumes aponta um trecho da marginal Tietê como o mais carregado da América do Sul, com 400.000 veículos/dia. Já a marginal Pinheiros seria a segunda em tráfego da América do Sul, com 300.000 veículos, podendo ser comparada à Av. Brasil, no Rio de Janeiro, com 250.000 veículos/dia (antes de entrar em operação a linha Vermelha, que, na melhor das hipóteses,

atrairia 10% do tráfego da av. Brasil). A Avenida dos Bandeirantes tem em torno de 170.000 veículos/dia.



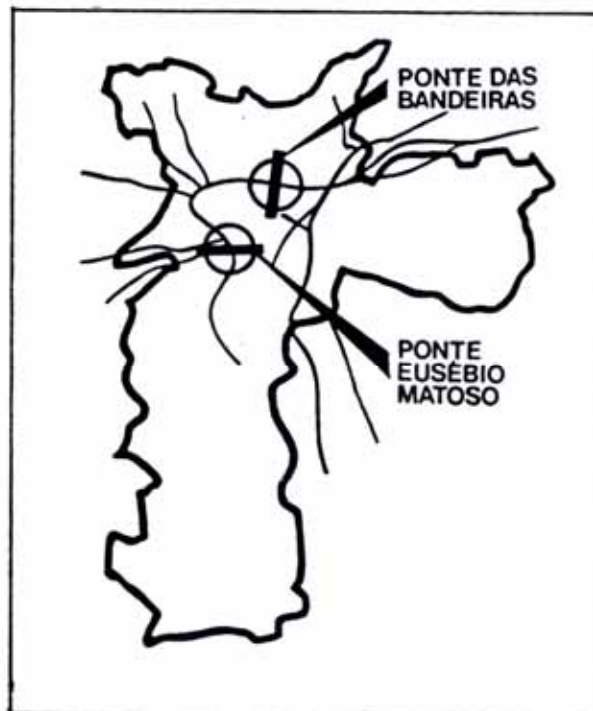
Quanto às modalidades de uso nas marginais, teremos a seguinte composição: 80% de automóveis; 17% de caminhões e 3% de ônibus. Somados estes últimos perfazem 20% de veículos comerciais sem precedentes no mundo, se comparado a outros países “desenvolvidos” onde sua frota de veículos comerciais não ultrapassa geralmente 5% dos veículos em circulação.



Dois lugares em particular, sem menosprezo pelos outros, devem ser colocados em observação pelos danos que estão causando.

O primeiro, na marginal Pinheiros, que engloba as pontes Cidade Jardim, Eusébio matoso e Cidade Universitária. Neste trecho, a somatória de volumes de pontes e via marginal atingem um volume diário de 600.000 veículos.

No segundo, está a marginal Tietê, entre (e inclusive) as pontes da Casa Verde e Vila Guilherme, que somados aos volumes da ponte das Bandeiras e Cruzeiro do Sul equilibra-se nos mesmos 600.000 veículos/dia.



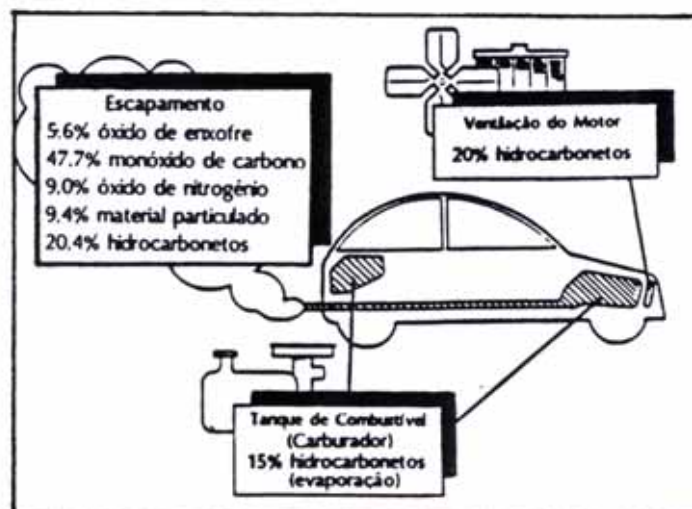
6. Os veículos como fonte de poluição

6.1. Emissões relativas nos veículos leves – gasolina/álcool

Motores de ignição por faísca.

Emissões em veículos a gasoo (mistura de 22% de álcool anidro).

Distribuição relativa das emissões dos principais poluentes para este combustível



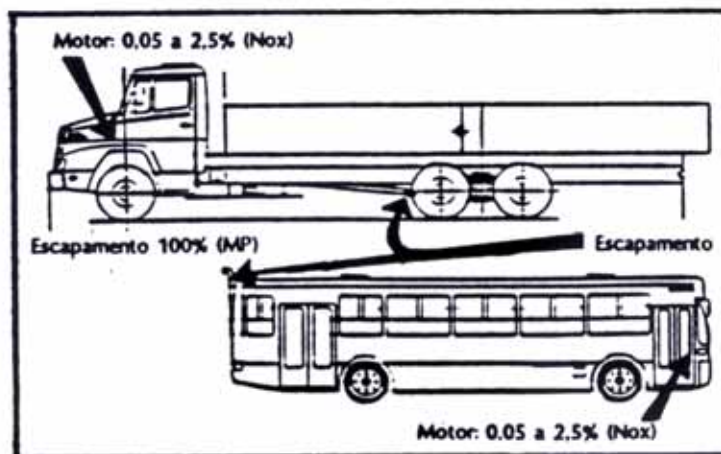
6.2. Emissões relativas nos veículos comerciais – diesel

Motores de ignição por compressão – ignição espontânea do combustível injetado e aquecido à altas temperaturas.

A emissão maior de poluentes nos veículos à diesel está concentrada no sistema de exaustão dos gases de combustão.

O diesel, por não ser volátil e possuir um sistema de injeção, contribui menos nas emissões evaporativas e do carter que outros combustíveis.

Duas preocupações recaem sobre os motores a diesel: no primeiro temos o material particulado resultado do carbono não queimado, produzindo daí fumaça, e no segundo temos o Óxido de Nitrogênio formado a partir de uma concentração onde o nitrogênio contribui com 80% do ar atmosférico presente na câmara de combustão, resultando daí em vários outros óxidos. Devido ao motor diesel trabalhar em altas temperaturas, as emissões de óxido de nitrogênio acabam sendo maiores que os veículos a álcool e gasolina



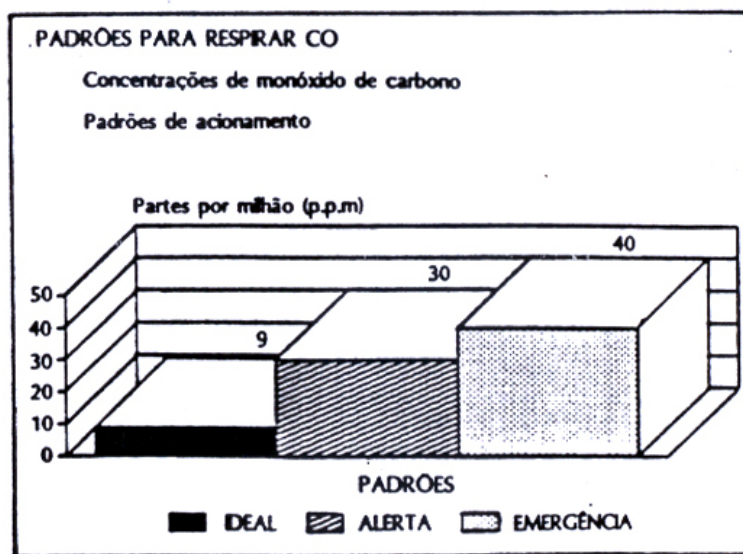
A EPA – *Environment Protection Agency*- órgão responsável pelas políticas de controle ambiental norte-americana, em pesquisa recente realizada pela *Health Effects Institute* afirma que a carboxihemoglobina quando presente no corpo humano em uma percentagem de 4% resulta em alterações negativas no coração. Se este percentual chegar a 25% a morte é inevitável.

Estes níveis verificados em ambientes com até 35 p.p.m (parte por milhão). Atenção: em SP há muitos dias que ultrapassam estes limites.

No período entre 11 e 17 horas é que ocorrem as maiores concentrações de ozônio na atmosfera (reação fotoquímica de hidrocarbonetos (HC) e dióxido de nitrogênio (NO₂), fazendo com que as pessoas que estejam em contato direto na via, se tornem ofegantes, sem fôlego, com tosse e facilidade de adquirir doenças no pulmão.

7. Retrospectiva do Monóxido de Carbono no Município de SP

De janeiro a abril de 1986 a CETESB registrou 95 vezes índices acima de 9 ppm de monóxido de carbono na atmosfera da cidade; durante o mesmo período, o nível de atenção (15 ppm) foi superado 17 vezes. Tais números refletiram a dramática ameaça despejada diariamente sobre a cidade. Nesta época observada, a frota aproximada da região metropolitana de SP era de 3.200.000 veículos, hoje temos mais de 5 milhões.



8. Níveis máximos do CO recomendados para a cidade de Paris

Nível de Contaminação	Conteúdo médio de CO ² no ar (p.p.m)	Conteúdo de Monóxido de Carbono no sangue por 100 ml.
Desapreciável	de 0 a 5	0 a 0,2
Débil	5 a 10	0,2 a 0,4
Moderado	10 a 20	0,4 a 0,8
Notável	20 a 30	0,8 a 1,2
Sério	30 a 40	1,2 a 1,5
Bastante elevado	40 a 50	1,6 a 2,0
Elevado	50 a 60	2,0 a 2,4
Muito sério	Mais de 60	Mais de 2,4

Nota: estes critérios não são aplicados a ensaios elevados, e sim a valores médios de um elevado número de amostras.

Fonte: *Études de pollution atmospherique a Paris e dans les departements peripheriques em 1967* – Laboratoire Central – Prefecture de Police- Paris, junho de 1968

9. Principais efeitos nocivos à saúde

9.1. Poluentes primários

9.1.1. Monóxido de Carbono

Combina com a hemoglobina no sangue, diminuindo a capacidade de oxigenação do cérebro, coração e outros tecidos do organismo. Pode provocar tonturas, dores de cabeça, sono e redução dos reflexos, fazendo assim com que as pessoas percam a noção do tempo. É um dos principais responsáveis por acidentes de tráfego em áreas de grande concentração, aumentando também o estado de morbidez em pessoas idosas.

9.1.2. Hidrocarbonetos (HC)

São irritantes nos olhos, nariz, parte superior do sistema respiratório, onde aumenta a presença de muco. Podem vir a causar danos celulares, sendo que diversos hidrocarbonetos são considerados carcinogênicos e mutagênicos com alteração do DNA. Reduz também a visibilidade ambiente, com conseqüente aumento d acidentes no sistema viário.

9.1.3 Óxidos de Nitrogênio (Nox)

Provocam irritação e contração das vias respiratórias, diminuindo a resistência orgânica às infecções e participam do desenvolvimento de enfisema pulmonar.

Material particulado (fumaça internacional normalizada – fin)

Atingem alvéolos pulmonares, produzem alergias, asma, bronquite e agravamento de outros sintomas produzidos por outros poluentes.

9.2 Poluição sonora: ruído

Os altos custos sociais, caracterizados por perdas de horas de trabalho, tratamentos médicos, queda de produtividade, para onde são transferidos os serviços não são apenas privilégio da poluição do ar, mas também dos efeitos da poluição sonora.

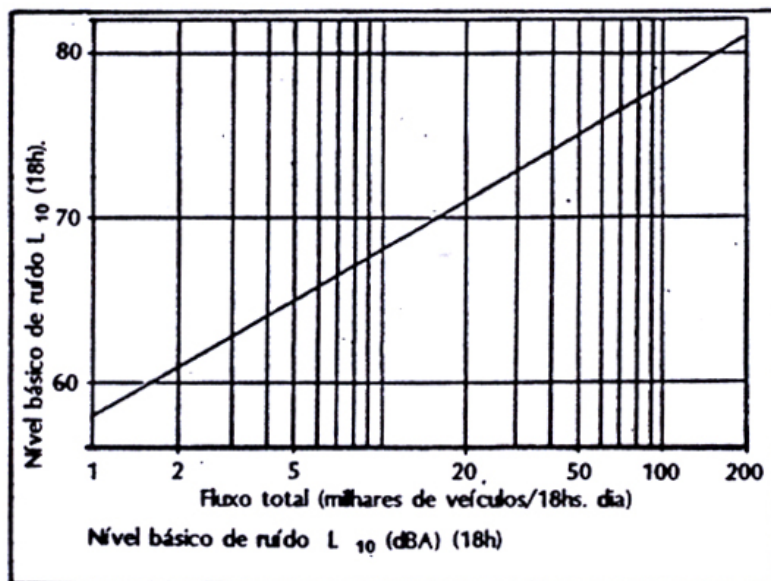
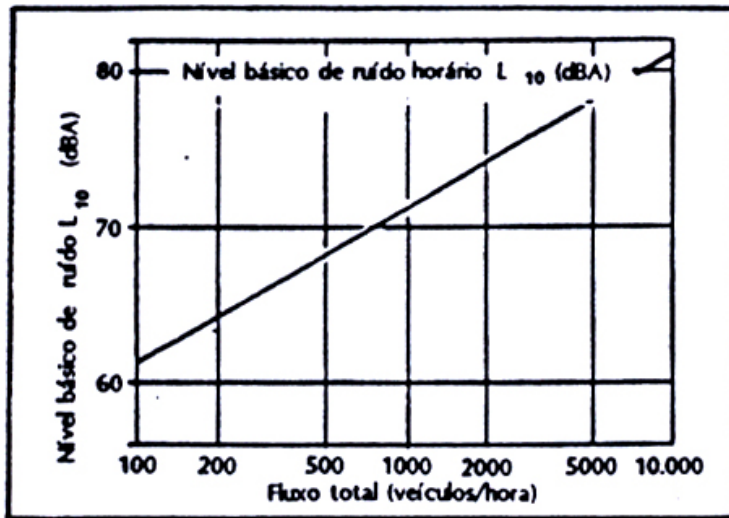
Nos locais críticos indicados, os ruídos chegam diariamente a atingir níveis acima de 90 decibéis, nocivos para os ouvidos humanos, levando as pessoas que têm uma permanência acima de 8 horas diárias, a lesões graves do sistema auditivo e sistema nervoso.

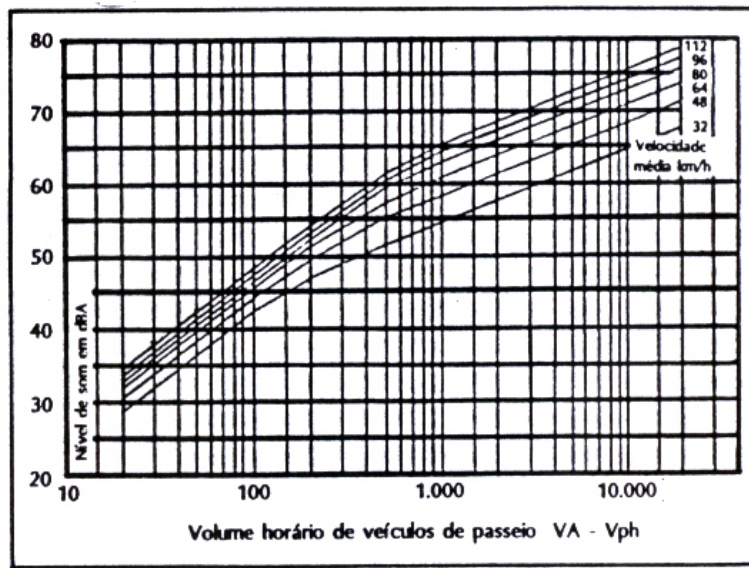
A seguir, faremos algumas considerações sobre as variáveis que contribuem para o aumento dos níveis de ruídos.

9.3 Fluxo de tráfego

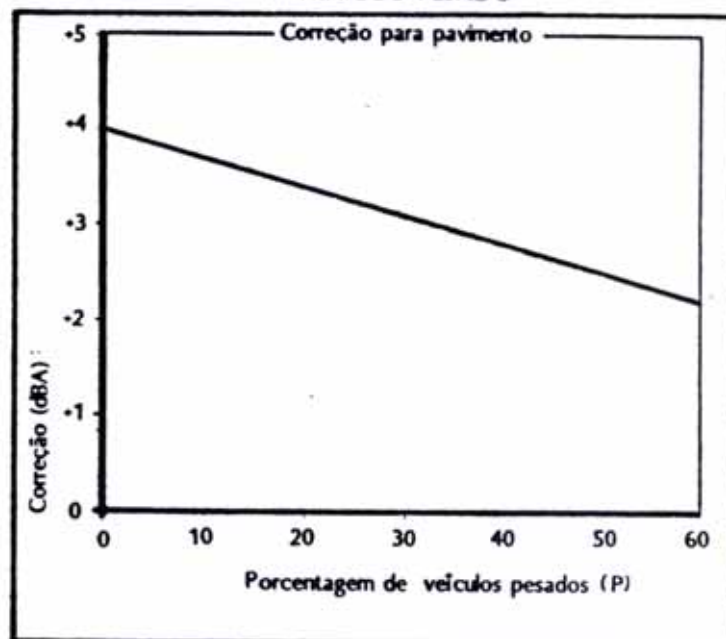
O ruído produzido pelo tráfego de veículos geralmente se dá através do motor, baixa frequência e vibração produzida pelo escapamento e pneus.

TRÁFEGO LEVE





TRÁFEGO PESADO



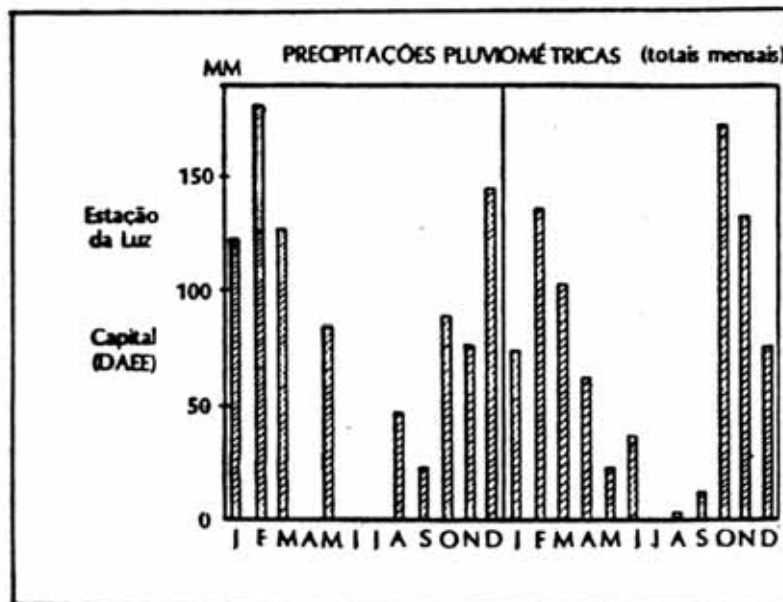
Variação de Leq em função do Grede, Volume de Tráfego e Porcentagem dos veículos pesados

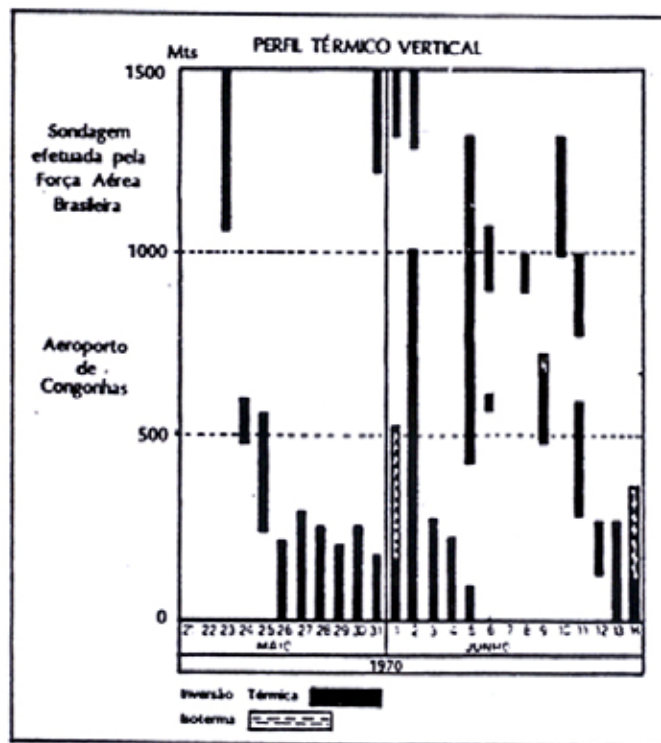
(Leq – nível básico equivalentes)

INCLINAÇÃO DA VIA	0%								7%							
	1000				4000				1000				4000			
VOLUME DE TRÁFEGO (veic./h)																
% DE CAMINHÕES	0	25	50	100	0	25	50	100	0	25	50	100	0	25	50	100
Leq	67	63.8	70	72	72.5	74.3	75.6	76.7	67.3	72.7	75	77.5	73.3	79.9	81	83.5

9.4. Clima

As temperaturas baixas, bem como os ventos contribuem para que haja acréscimo nos níveis de ruído na cidade. Acréscimo da pressão atmosférica e da umidade relativa do ar favorecem a propagação do som e conseqüentemente agravam a poluição sonora.





Engº José Tadeu Braz Gerência de Projetos Viários – SPR/DO
 Arqº Edison de Oliveira Vianna Jr. –
 Gerência de Desenvolvimento e Estudos Especiais SPL/PR