

# CONTROLE DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

**Henrique de Melo Lisboa**

## CAPÍTULO II

## FONTES DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

### SUMÁRIO

2.1	INTRODUÇÃO	3
2.2	FONTES NATURAIS	4
2.3	FONTES ANTRÓPICAS	7



Montreal  
Primeira versão - Agosto 2007

## 2.1 INTRODUÇÃO

A atmosfera pode ser considerada como um local onde, permanentemente, ocorrem reações químicas. Ela absorve uma grande variedade de sólidos, gases e líquidos provenientes de fontes, tanto naturais como industriais, que se podem dispersar, reagir entre si, ou com outras substâncias já presentes na atmosfera.

O homem foi o responsável por uma poluição ambiental de formas tão variadas que uma simples enumeração dos fatores individuais se torna impossível. As fontes de emissão de poluentes primários e dos componentes secundários podem ser as mais variadas possíveis.

Pode-se considerar dois tipos básicos de fontes de poluição<sup>1</sup>: as chamadas ESPECÍFICAS e MÚLTIPLAS.

As **FONTES ESPECÍFICAS** são **FIXAS** em determinado território, ocupam na comunidade área relativamente limitada e permitem uma avaliação na base de fonte por fonte. Ex: Indústrias Figura 2. 1 - (Nefussi, 1976, pág. 10-21<sup>2</sup>).



**Figura 2. 1** - Fontes industriais

As **FONTES MÚLTIPLAS** podem ser **FIXAS** ou **MÓVEIS**, geralmente se dispersam pela comunidade, oferecendo grande dificuldade de serem avaliadas na base de fonte por fonte. Ex:

casas ⇒ múltiplas fixas – Figura 2. 2

carros ⇒ múltiplas móveis – Figura 2. 3



**Figura 2. 2** - Fontes fixas múltiplas: casas

<sup>1</sup> Leitura recomendada: STERN, A. – Air pollution. Volume III, Academic Press, EUA, 1968 - Part VII : Sources of air pollution

<sup>2</sup> NEFUSSI N. e GUIMARÃES, F.A. (1976) - *Curso de poluição do Ar e da Água*. Instituto Brasileiro do Petróleo, 116 pgs.



**Figura 2. 3** - Fontes fixas móveis: carros

Segundo a *origem do poluente*, é possível classificar as fontes de poluição como:

- 1 - Fontes naturais;
- 2 - Fontes Industriais;
- 3 - Queima de combustíveis;
- 4 - Queima de resíduos sólidos,
- 5 - Evaporação de produtos de petróleo;
- 6 - Atividades produtoras de odores;
- 7 - Fontes de radiações;
- 8 - Outras atividades.

Os agentes causadores da poluição do ar são diversificados : Refinarias de petróleo, fábricas de papel e de produtos químicos, fundições, veículos motorizados, atividades domésticas, queimadas de florestas e de lixo, além de fontes naturais de monóxido de carbono, procedentes da oxidação atmosférica do metano, devido a putrefação da matéria orgânica. As fontes naturais deste composto estão distribuídas por todo o mundo, enquanto que as intervenções humanas se concentram em zonas muito menores.

***Tipos de emissões:*** • poeira ou material particulado (MP)

- fumaça negra
- cheiro ou odor
- vapores gasosos/gases

## **2.2 FONTES NATURAIS**

A poluição natural é originada por fenômenos biológicos e geoquímicos.

Entre as fontes naturais podemos apontar o solo, a vegetação (polinização), os oceanos, vulcões e fontes naturais de líquidos, gases e vapores, descargas elétricas atmosféricas, etc.

Exemplo: ver artigos : “Os térmitas são poluidores”- Ciência Ilustrada/83.

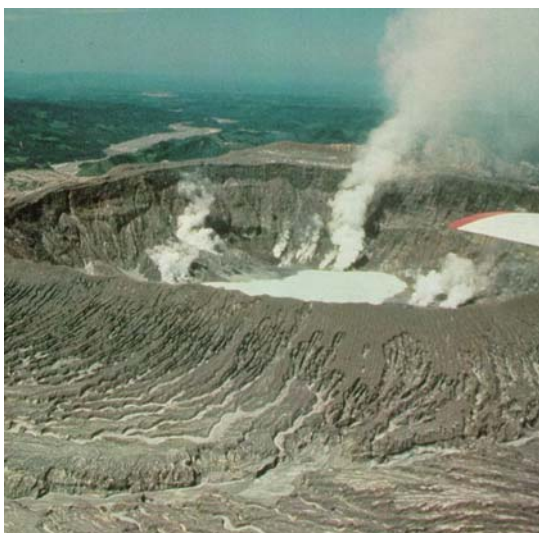
“O fim da natureza”- Superinteressante/fev. 90.

Vulcanismo : - joga poeira a 20-30 km de altura.

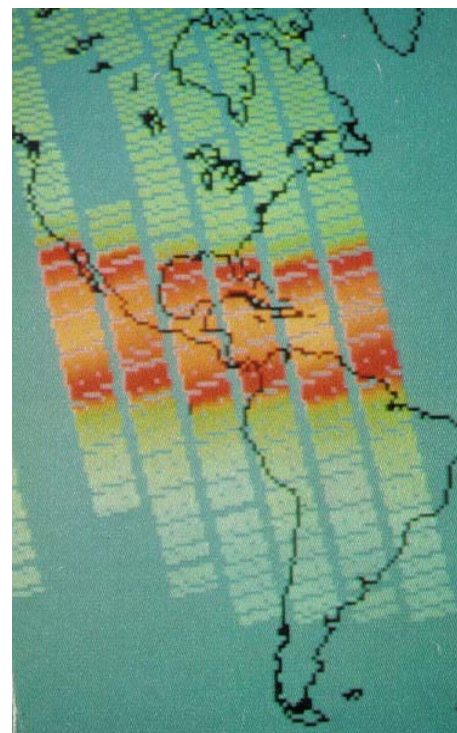
- partículas que chegam aos níveis mais altos tem diâmetro de aproximadamente  $1 \mu\text{m}$ .

Estas partículas demoram de 2 a 12 anos na estratosfera antes de cair na troposfera, onde são rapidamente lavadas. Um vulcão emite óxidos de nitrogênio e de enxofre,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{SCO}$  (sulfeto de carbonila), cinzas e partículas sólidas.

O vulcão “El Chichon”, México (28.03.1982) - Figura 2. 5, lançou  $1/3 \text{ km}^3$  de poeiras pulverizadas na atmosfera, sendo que a nuvem de gás e pó alcançou a estratosfera. Em agosto de 1983,  $1/3$  do Globo na faixa equador-latidade da Geórgia estava coberta por aerossóis de até 0,1 microns (permanência de meses no ar) - Figura 2. 4. O efeito desta catástrofe não pode ser desprezado ao se estudar o clima da Terra nos anos 80.



**Figura 2. 5** – Vulcão “El Chichon”, México, 1983.



**Figura 2. 4** - Poeira em suspensão na estratosfera, detectada por satélites.

Em 1815, ocorreu a erupção do Tambora (Indonésia), um dos maiores vulcões já registrados: “ano sem verão” com neve em junho na Nova Inglaterra.

Em 1991 o monte Pinatubo (Filipinas) entrou em tremenda erupção lançando cinzas e gases, de tal forma que a pluma do vulcão penetrou a estratosfera. Estima-se que foram lançados 15 milhões de ton. de  $\text{SO}_2$ , que formaram aerossóis ácidos. Nos dois anos seguintes os ventos espalharam estes aerossóis e partículas ao redor do globo. Como na estratosfera não existem nuvens ou outros mecanismos de limpeza, os poluentes permanecerão na estratosfera por anos. Com isto verificou-se um resfriamento da superfície terrestre nos primeiros 15 meses. Cientistas mediram uma queda da temperatura média global de aproximadamente  $10 \text{ F}$  ( $0,6 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

O KILAUEA, no Havaí, está em atividade desde 1983. Estima-se uma emissão de emissão de 2500 toneladas de enxofre por dia - Figura 2. 6.



**Figura 2. 6** - Kilauea



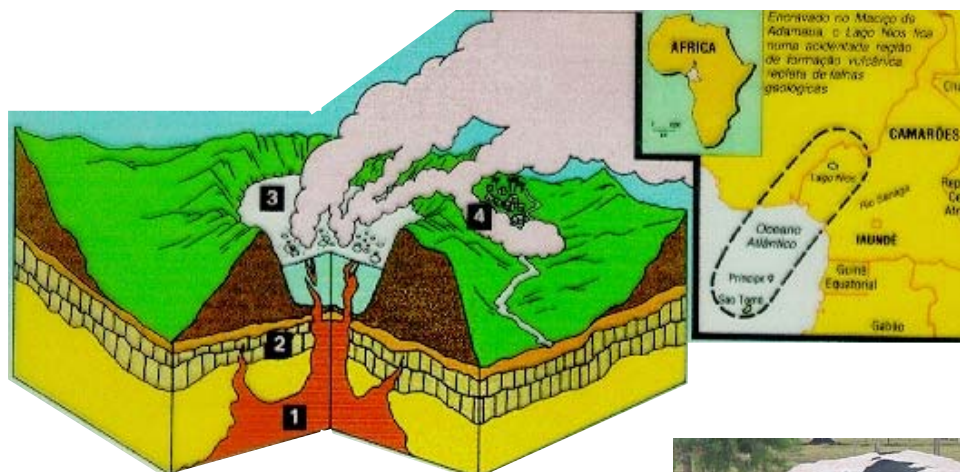
A vegetação emite muitos compostos orgânicos, entre eles o pólen<sup>3</sup>, causa de alergias. Um estudo realizado por cientistas nacionais do Ipen - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares e americanos do NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration mostrou que a Floresta Amazônica é uma grande emissora de metano, um dos principais gases causadores do efeito estufa<sup>4</sup>.

O solo emite  $N_2O$  (desnitrificação),  $NH_3$  (processos aeróbicos) e gases redutores, como  $CH_4$ ,  $NO$ ,  $H_2S$  (fermentação anaeróbica em zonas úmidas, como pântanos, arrozais, bosques úmidos, etc)

Os oceanos são armazéns químicos, importantes fontes de emissão de componentes atmosféricos. Variações de temperatura na superfície do mar modificam as concentrações de uma grande diversidade de gases dissolvidos :  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $CS_2$  (dissulfeto de carbono)  $SCO$ ,  $ClCH_3$  (cloreto de metila), etc.

Em geral, a contaminação proveniente de fenômenos naturais é assimilada pela natureza, a qual possui mecanismos físicos e químicos suficientes para degradar os contaminantes emitidos.

Emissões de gases aprisionados em lago: 1800 mortes por asfixia pelo  $CO_2$  e  $CO$  - Lago da Paz – república dos Camarões (21/08/1986) - Figura 2. 7.



**Figura 2. 7** - Lago da Paz – república dos Camarões

A eructação, arrotos dos bois, é responsável pela liberação de gás metano Figura 2. 8. O alimento consumido, gramíneas, forma um caldo onde estão presentes bactérias. Quando o animal respira, o gás é liberado juntamente com o gás carbônico. Considerando cerca de 165 milhões de animais, somente no rebanho bovino brasileiro, produzindo anualmente



**Figura 2. 8** - Liberação de gás metano pelo gado.

<sup>3</sup> China inibe produção de pólen para reduzir asma na população. Revista Eletrônica Ambiente Brasil. 24/04/2007

<sup>4</sup> Amazônia emite gás causador do efeito estufa Revista Eletrônica Ambiente Brasil. 31/05/2007

uma média de 60 quilos de metano cada, pode-se imaginar as proporções mundiais da questão<sup>5</sup>.

O metano possui um poder de aquecimento global vinte e uma vezes maior que o gás carbônico (CO<sub>2</sub>).

As tempestades de areia, levantando imensas quantidades de poeira na atmosfera são importantes fontes de poluição, sobretudo no norte da China<sup>6</sup>.

## 2.3 FONTES ANTRÓPICAS

O ser humano através da atividade industrial e urbana, joga resíduos à atmosfera, de forma incontrolada e constante, em amplas zonas do planeta. Aproximadamente 65 mil produtos químicos, provenientes de uma variedade de atividades industriais, encontram-se na atmosfera – Figura 2. 9.



**Figura 2. 9 – Fontes antrópicas.**

A Tabela 2. 1 apresenta, de forma simplificada, os principais poluentes atmosféricos produzidos pelos diversos tipos de fontes de emissão.

A Tabela 2. 2 apresenta os principais poluentes que provocam poluição atmosférica e suas fontes características.

---

<sup>5</sup> Gases emitidos pelo gado estão associados ao aquecimento da superfície terrestre. Revista Eletrônica Ambiente Brasil. 07/11/2005

<sup>6</sup> Meteorologia vai informar nível de poeira no ambiente na China. Revista Eletrônica Ambiente Brasil. 03/05/2006

**Tabela 2. 1:** Principais fontes de poluição do ar e principais poluentes

FONTES		POLUENTES
<b>FONTES ESTACIONÁRIAS</b>	<b>COMBUSTÃO</b>	Material particulado. Dióxido de enxofre; Trióxido de enxofre, Monóxido de carbono, Hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio
	<b>PROCESSO INDUSTRIAL</b>	Mat. particulados (fumos, poeiras, névoas) Gases: - SO <sub>2</sub> - SO <sub>3</sub> - Hcl, Hidrocarbonetos
	<b>QUEIMA RESÍDUOS SÓLIDOS</b>	Material particulados Gases: SO <sub>2</sub> - SO <sub>3</sub> - No <sub>x</sub> - HCl
	<b>OUTRAS</b>	Hidrocarbonetos, Material particulado
<b>FONTES MÓVEIS</b>	Veículos: Gasolina, Diesel, Álcool, Aviãos, Moto, Barcos, Trens	Material particulado, Monóxido Carbono, óxidos de Nitrogênio, Hidrocarbonetos. Aldeídos, Ácidos Orgânicos.
<b>FONTES NATURAIS</b>		Material particulados - poeiras Gases: SO <sub>2</sub> - H <sub>2</sub> S - CO - NO <sub>2</sub> , Hidrocarbon
<b>REAÇÕES QUÍMICAS NA ATMOSFERA. EX: Hidrocarbonetos + óxidos de nitrogênio (luz solar)</b>		Poluentes secundários - O <sub>3</sub> , Aldeídos, Ácidos orgânicos, Nitratos orgânicos, Aerosol fotoquímico, etc.

Referência: CETESB - Relatório de qualidade do ar na região metropolitana de São Paulo (RMSP) e em Cubatão, 1988.

**Tabela 2. 2:** Fontes de poluição atmosférica

DENOMINAÇÃO	CARACTERÍSTICAS	FONTES PRINCIPAIS
<b>SO<sub>2</sub></b> Dióxido de enxofre(anidrido sulfuroso)	Poluente mais característico dos aglomerados industriais. É proveniente essencialmente da combustão dos fluidos-óleos e do carvão; quando queimado estes combustíveis liberam o enxofre que eles contem, o qual se combina com oxigênio do ar na forma de SO <sub>2</sub>	Atividades industriais Queima de óleos combustíveis Veículos automotores
<b>Nox</b> óxidos	Gas emitido principalmente por motores de veículos automobilísticos, as instalações de combustão e nas fábricas de ácido nítrico.	Atividades industriais Veículos automotores
<b>P – FN</b>  Poeiras Fumaças negras	Partículas sólidas em suspensão no ar provenientes da combustão ou de certos processos industriais (cimentos, adubos...). Na zona urbana, a circulação de automóveis representa um importante emissor de poeiras. Os veículos diesel respondem pela emissão da fumaça negra	Atividades industriais Veículos automotores
<b>HC</b>  Hidrocarbonetos	A combustão incompleta dos carburetos dos motores dos veículos é a origem de emissões de vapores de hidrocarbonetos. Rejeitos importantes são igualmente devido a estocagem de petróleo (refinarias, postos de serviços)	Postos de gasolina Veículos automotores
<b>CO</b>  Monóxido de carbono	É proveniente essencialmente do funcionamento de veículos motores à explosão.	Veículos automotores
<b>HCL</b>  Ácido clorídrico	Resulta da combustão por parte das usinas de incineração de materiais plásticos contidos nos detritos domiciliares (PVC)	Incineração do lixo
<b>Pb</b>  Chumbo	Metal tóxico emitido principalmente pela circulação de automóveis: o chumbo entra em ação na composição de um aditivo para a gasolina.	Veículos automotores
<b>F</b>  Fluor	Emitido essencialmente pela indústria de alumínio, mas também durante a fabricação de adubos, de vidro e da combustão de carvão.	Atividades industriais
<b>H<sub>2</sub>S</b>  (gás sulfídrico) Mercaptana	Gás mal cheiroso, cujas emissões são relacionadas à certas atividades industriais: fabricação de pasta de papel, refinamento de petróleo, graxarias, rejeitos de carvão mineral, etc..	Atividades industriais
<b>Odores</b>	Este vocábulo designa a percepção de substâncias muito variadas emitidas por numerosas indústrias e por estações de tratamento de efluentes. Fortemente percebidas pela população, estas substâncias correspondem raramente à emissões tóxicas	Atividades industriais



## Queimadas

Pesquisa divulgada em 2005<sup>7</sup> pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) derruba o mito de que no Brasil a poluição do ar esteja relacionada principalmente à existência de fábricas, indústrias e ao excesso de veículos nas ruas. Para a maioria dos gestores brasileiros de meio ambiente, as queimadas e a poeira das vias não-pavimentadas são os principais fatores responsáveis pela poluição do ar no país. Mesmo regiões não industrializadas, tais como o Acre, Rondônia, Mato Grosso, o Sul do Amazonas cobrem-se de fumaça proveniente de queimadas, com sérias implicações para a saúde e meio ambiente<sup>8</sup>.

Este problema não é exclusivo do Brasil, acontecendo em diversos países do mundo. Em outubro de 2006, por exemplo, vôos foram cancelados e os motoristas eram obrigados a dirigir com o farol alto aceso durante o dia por causa de uma espessa nuvem de poluição que encobria o sudeste da Ásia. A espessa neblina na região foi atribuída a incêndios ilegais nas florestas da Indonésia<sup>9</sup> - Figura 2. 10.

Cada hectare de floresta primária consumida pelo fogo libera na atmosfera aproximadamente 50 a 200 toneladas de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)<sup>10</sup>.



**Figura 2. 10** – Efeitos dos incêndios na Indonésia

### Fontes industriais:

Quanto as fontes industriais - Figura 2. 11, a quantidade e qualidade do poluente emitido por este tipo de fonte dependem de vários fatores interdependentes da fabricação. Influem no tipo e concentração do poluente expelido, em razão do processo industrial, as matérias primas e combustíveis envolvidos no processo, o produto fabricado o próprio processo e as suas operações, a eficiência dos trabalhos de processamento e o grau das medidas acauteladoras contra a poluição. Ex: Indústrias de petróleo; materiais não metálicos, metalúrgicas; mecânicas; têxteis, madeira e mobiliário; papel; produtos alimentares, etc.

---

<sup>7</sup> Queimadas e vias não-pavimentadas poluem mais que carros e fábricas. Folha Online 01/06/2005

<sup>8</sup> Estado do Acre está coberto por fumaça de queimadas. Revista Eletrônica Ambiente Brasil . 04/08/2005

<sup>9</sup> Espessa nuvem de poluição cobre o sudeste da Ásia. Revista Eletrônica Ambiente Brasil. 09/10/2006

<sup>10</sup> Queimadas liberam toneladas de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Revista Eletrônica Ambiente Brasil. 03/07/2007



**Figura 2. 11** - Fontes industriais.

### **Combustão:**

Os poluentes do ar originam-se principalmente da combustão incompleta de combustíveis fósseis, para fins de transporte, aquecimento e produção industrial. Aproximadamente 80% dos contaminantes gasosos na atmosfera são formados durante a queima de combustíveis fósseis - Tabela 2. 3. A fonte emissora poderá ser ESTACIONÁRIA ou MÓVEL. Ambas utilizam como matéria prima, o carvão, óleos minerais, gases liquefeitos de petróleo, álcool, etc.

A poluição depende da eficiência da combustão e do percentual de enxofre “S” no combustível. O carvão mineral apresenta poluição elevada. Em comparação com o óleo combustível apresenta +370% de CO; +68% de SO<sub>2</sub>; +1500% de material particulado (utilizando multiciclone - 80% de eficiência)<sup>11</sup> (Nefussi, pág. 11).

Além de CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O são formados produtos orgânicos parcialmente oxidados, como consequência da combustão ineficiente dos motores. Os combustíveis podem conter impurezas inorgânicas que originam ainda outros contaminantes.

---

<sup>11</sup> Ver Relatório Técnico da FATMA: “Problemas ambientais causados pela queima do óleo e do carvão mineral in natura”.

**Tabela 2. 3:** Estimativa da emissão das fontes de poluição do ar na região metropolitana de São Paulo (RMSP) em 1996 (1000 ton/ano).

FONTE DE EMISSÃO			EMIÇÃO (1000 t/ano)				
			CO	HC	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	MP
M Ó V E I S	TUBO DE ESCAPAMENTO DE VEÍCULOS	Gasool *	952,1	81,4	50,9	7,7	3,8
		Alcool	266,0	30,9	19,0	-	-
		Diesel	271,5	44,2	189,3	17,2	12,4
		Táxi	41,0	3,6	2,3	0,4	0,4
		Motocicletas e similares	36,4	4,8	0,3	0,3	0,1
	Cárter e Evaporativa	Gasool *	-	128,7	-	-	-
		Alcool	-	31,0	-	-	-
		Motocicletas e similares	-	2,6	-	-	-
	PNEUS	Todos os tipos	-	-	-	-	6,0
	OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL	Gasool *	-	24,4	-	-	-
Alcool		-	5,1	-	-	-	
F I X A	Operação de processos industriais		38,6 <sup>1</sup> (750)	12,0 <sup>1</sup> (800)	14,0 <sup>1</sup> (740)	16,3 <sup>2</sup> (400)	25,9 <sup>2</sup> (305)
Total			1605,6	368,7	284,8	41,9	48,6

Referência: CETESB - Relatório anual da qualidade do ar. São Paulo, 1996.

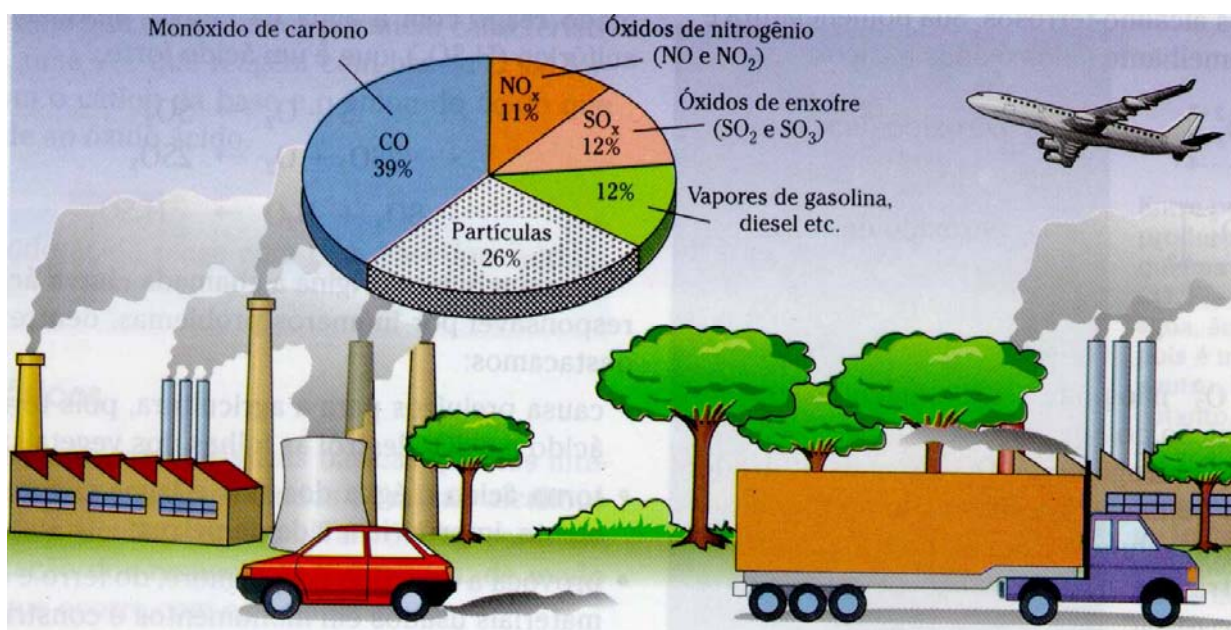
\* Gassol: gasolina contendo 22% de álcool

( ) número de indústrias inventariadas

1 - 1990      2 - 1996

### Poluição do ar no meio urbano :

Dentre as piores questões ambientais urbanas no Brasil e no mundo destaca-se a poluição atmosférica - Figura 2. 12. Os problemas ambientais gerados pela poluição do ar nas grandes cidades têm duas fontes: as fontes industriais e as fontes veiculares. Mas a principal componente da poluição atmosférica ainda é o monóxido de carbono produzido pela frota de veículos, cujo crescimento resultou do desenvolvimento da indústria automobilística, do baixo preço do petróleo e da expansão da malha rodoviária e da malha urbana. No Brasil, tais fatores levaram a opções equivocadas com relação ao transporte individual em detrimento do transporte coletivo e da prioridade aos sistemas rodoviários (ônibus), em detrimento dos transportes ferroviários e hidroviários nas grandes cidades.



**Figura 2. 12** – Principais poluentes atmosféricos em ambientes urbanos.

O caso mais contundente é o de São Paulo, no final do anos 90. A área mais urbanizada da Região Metropolitana de São Paulo, representada principalmente pelo município de São Paulo, apresenta-se saturada pelos 4,5 milhões de veículos que circulam diariamente. Este fato provoca uma diminuição da velocidade média de percurso, o que acarreta um aumento das emissões para a mesma quilometragem percorrida. Em consequência, as concentrações de monóxido de carbono excedem rotineiramente o padrão de qualidade do ar, sendo que, em 1994, foram decretados 43 estados de atenção por monóxido de carbono e por poeira (partículas inaláveis). O monóxido de carbono emitido por veículos leves é responsável por 68,4% do total desta fonte. Os veículos pesados contribuem com 28,6%, os processos industriais com 2,2% e a queima de lixo com 2,6%. Esses dados demonstram a necessidade urgente e inadiável de controle das emissões por veículos. Conforme a Tabela 2.2 os veículos automotores, principalmente os movidos à gasolina e óleo diesel, são os maiores responsáveis pela poluição do ar nas grandes aglomerações urbanas.

O automóvel, apesar de alimentar grande segmento da economia, tem-se mostrado um elemento perturbador da vida urbana, seja pelo desperdício de recursos não renováveis, seja por constituir um agente ativo da poluição atmosférica e acústica, e deve ser substituído como forma principal de transporte urbano. A continuidade do modelo de desenvolvimento urbano que privilegia o transporte individual, através da difusão do automóvel, além de agredir o meio ambiente, reduz a acessibilidade dos cidadãos aos centros de emprego e moradia, principalmente das camadas mais pobres.

Dados do relatório de qualidade do ar no Estado que a Cetesb - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, revelam que, no ano de 2006<sup>12</sup>, os milhões de veículos que circulam na

<sup>12</sup> Inverno de 2006 teve recorde de concentração de poluentes em São Paulo. Revista Eletrônica Ambiente Brasil 16/05/2007

grande São Paulo foram a fonte mais significativa de poluição do ar. Eles representaram 97% das emissões de monóxido de carbono e 40% de material particulado. Esses poluentes excederam os limites máximos estabelecidos por lei.

Em algumas cidades, os problemas da qualidade do ar estão diretamente relacionados com a proximidade de áreas industriais e outros tipos de fontes de contaminação do ar (mineradoras, pedreiras, usinas de compostagem e de incineração de lixo, etc.). Os problemas ambientais gerados pela atividade industrial decorrem principalmente da falta de controle dos seus efeitos poluentes. Poucas são as instituições existentes para detectar a presença de poluição no ar e na água das maiores cidades brasileiras. Apesar de representar 41% da atividade industrial nacional, a Região Sudeste concentra 55% do total de estabelecimentos industriais com alto potencial poluidor do ar, dos quais 57% em São Paulo, 26% em Minas Gerais e 14% no Rio de Janeiro. Isto mostra a incidência do problema de forma bastante localizada em termos geográfico-territoriais. Na região Nordeste, localizam-se 19% e na região Sul, 17%.

Nos EUA, desde 1963, quando o sistema de ventilação positiva do cárter foi instalado, os automóveis tem sido projetados com equipamentos de controle da poluição do ar, o que proporcionou uma diminuição das emissões dos tanques de gasolina, carburadores, alívios do cárter e do cano de escapamento. Para estes controles trabalharem efetivamente, é necessário que o motor seja regulado e o carburador esteja ajustado adequadamente. De um motor regulado inadequadamente resultará altas emissões de monóxido de carbono e de hidrocarbonetos, além de uma baixa economia de combustível do veículo. Se a relação ar/combustível for muito alta, quantidades maiores de óxido de nitrogênio serão emitidas, enquanto uma relação ar/combustível baixa aumentará a quantidade de monóxido de carbono e de hidrocarbonetos, bem como o consumo de combustível. Carros mal mantidos significam alto consumo de combustível, desperdício de dinheiro e maior emissão de poluentes.

### **Incineração de resíduos sólidos :**

Quanto a queima de resíduos sólidos, encontramos incineração ao ar livre, em dispositivos prediais e em equipamentos centrais. A incineração ao ar livre provoca, inevitavelmente, poluição do ar (gases e partículas lançadas livremente). A utilização de incineradores prediais sob o ponto de vista de poluição tende a agradar a qualidade do ar, por esta razão foram proibidos no mundo inteiro. Os incineradores de grandes centrais, devido ao seu tamanho, tem maiores possibilidades de produzirem uma menor poluição.

### **Compostos orgânicos voláteis :**

Uma outra fonte de poluição é proveniente da evaporação de produtos de petróleo. Durante o manuseio do petróleo e seus derivados há emissões por evaporação. É visível este fenômeno ao enchermos o tanque do automóvel.

O uso em grande escala de etanol hidratado e gasolina (mistura de etanol-gasolina e etanol-gasolina-metanol) reduziu as emissões de CO na atmosfera, em que pese o aumento da emissão de aldeídos<sup>13</sup>.

---

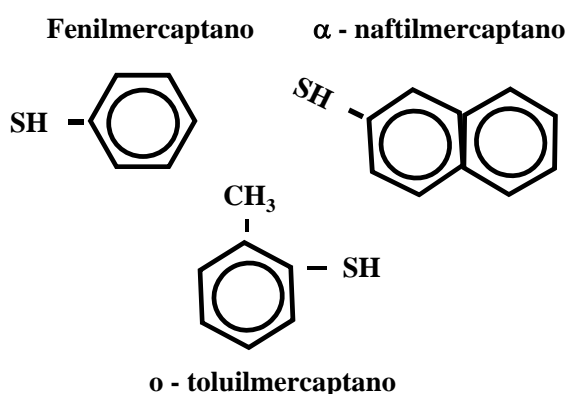
<sup>13</sup> MIGUEL A. M. et alli - Characterization of indoor air quality in the cities of São Paulo and Rio de Janeiro, Brazil. Environ. Sci. Technol., 1995, 29, 338-345

## Odores :

As atividades produtoras de odores causam poluição desagradável. Ex.1: fábricas que liberam gás sulfídrico; mercaptanas; tióis e outros gases mal cheirosos; torrefadoras; oficinas de pintura, odores de esgotos e da decomposição de resíduos; matadouros; granjas; etc.

Ex.2: Os curtumes      -    tanques ( $H_2S$  + mercaptanas\*)  
                                 -    caldeira de força (gases + MP)  
Papel e celulose       -    digestor (mercaptanas)  
                                 -    caldeiras de recuperação ( $H_2S$ )  
                                 -    forno de cal (gases + MP)

OBS\*: Tio-fenóis ou Aril-mercaptanos : a nomenclatura é dada atribuindo a palavra MERCAPTANO antecedida pelo nome do radical ligado ao grupamento **SH**



## Radiações:

Existem também as fontes de radiações, sendo que o sol é a maior fonte produtora de radiações e tem pouca influência no cômputo geral da poluição ao ar livre. Os tipos de radiações emitidas pelas indústrias fica restrita aos locais de produção, geralmente em ambientes fechados (raios infravermelhos, ultravioletas, etc.). São utilizadas radiações ionizantes em vários setores industriais e na medicina.

Muitas são as atividades humanas que podem provocar poluição atmosférica, entre elas a aplicação de inseticidas na lavoura (por via aérea); as fontes de poeira fugitiva originada de ruas sujas ou não pavimentadas, demolições, etc. A construção civil constitui uma das grandes fontes de MP.

## AGRADECIMENTOS

Este capítulo foi possível graças ao apoio do CNPQ na forma de bolsa pós-doutoral do autor principal.