

## POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

---

### Introdução

---

A atmosfera é um envoltório de gás que existe em torno de qualquer planeta ou estrela, exercendo pressão sobre eles.

A atmosfera terrestre é uma camada que possui cerca de 700 km de espessura e é composta por uma mistura de gases, vapor d'água, pó e sujeira. Envolve a Terra, protegendo-a dos meteoritos e de radiações nocivas à saúde.

Assim como a água e o solo, o ar constitui um recurso indispensável à vida no nosso planeta. Através de ciclos naturais, os seus constituintes são consumidos e reciclados: portanto, a atmosfera possui uma certa capacidade depuradora que, em condições normais, permite a eliminação dos materiais nela descarregados pelos seres vivos.

---

### As Camadas da Atmosfera Terrestre

---

É comum os cientistas dividirem a atmosfera em camadas, de acordo, principalmente, com a variação de temperatura e a composição química.

**TROPOSFERA-** É a camada mais fina de todas: se estende até uns 16 km nas regiões tropicais e até uns 9,7 km em latitudes temperadas. É onde ocorrem as mudanças climáticas, as nuvens, as precipitações, além de tempestades, relâmpagos e furacões. Nela a temperatura diminui com a altitude, atingindo até  $-56^{\circ}\text{C}$ . Ela contém 80% da massa total de ar e todo o vapor de água da atmosfera. É nessa camada que ocorre o ciclo da água, que controla a trajetória de diversos gases, porque estes se dissolvem na água líquida, e podem precipitar-se junto com ela na forma de chuva.

**ESTRATOSFERA-** É a camada que vai até 50 km sobre o nível do mar. Contém nitrogênio, oxigênio e ozônio. Nela a temperatura cresce com a altitude, indo de  $-56^{\circ}\text{C}$  a  $-2^{\circ}\text{C}$  (o ozônio e o oxigênio são capazes de absorver energia do Sol na forma de radiação ultravioleta). Na região média dessa camada o ozônio pode atingir até dez partes por milhão de concentração em volume - 10ppmv - dando origem ao que chamamos **camada de ozônio**.

**MESOSFERA-** É a camada que vai de 50 a 80 km de altitude aproximadamente. Dentre todas as regiões da atmosfera, é aquela em que é atingida a menor temperatura. A medida em que a altitude cresce a temperatura cai, indo de  $-2^{\circ}\text{C}$  a  $-92^{\circ}\text{C}$  (nela não existem gases capazes de absorver as radiações solares).

**IONOSFERA-** É a camada que vai de 80 a 640 km de altitude aproximadamente. Contém principalmente íons provenientes das moléculas de oxigênio e monóxido de nitrogênio, como  $\text{NO}^+$  e  $\text{O}_2^+$ . Também é conhecida como termosfera, por causa das altas temperaturas (em torno dos 400 km se atinge os  $1.200^{\circ}\text{C}$ ).

**EXOSFERA-** É a região que vai além da ionosfera e se estende até 9.600 km, constituindo o limite exterior da atmosfera.

---

### Constituição da Atmosfera Terrestre

---

A constituição do ar atmosférico é praticamente constante em qualquer lugar da troposfera da Terra.

A atmosfera terrestre está constituída principalmente por nitrogênio (78%) e oxigênio (21%). O 1% restante é formado pelo gás nobre argônio (0,9%), dióxido de carbono (0,03%), distintas proporções de vapor de água, e traços de hidrogênio, ozônio, metano, monóxido de dinitrogênio, e dos outros gases nobres (hélio, neônio, criptônio, xenônio e radônio).

---

### Poluição Atmosférica

---

Quando a capacidade natural de depuração da atmosfera é ultrapassada, teremos o acúmulo de substâncias prejudiciais à vida, caracterizando o que chamamos de **poluição atmosférica**. Torna-se necessária então uma ação de prevenção ou de saneamento artificial para tentar assegurar a manutenção da qualidade do ar.

---

## QUÍMICA AMBIENTAL

A atividade industrial e a circulação rodoviária são, sem dúvida, os principais responsáveis pela poluição atmosférica, embora em graus diferentes, conforme o tipo de indústria. A indústria consome 37% da energia mundial e emite 50% do dióxido de carbono, 90% dos óxidos de enxofre e todos os produtos químicos que atualmente ameaçam a destruição da camada de ozônio, além de produzir anualmente 2.100 milhões de toneladas de resíduos sólidos e 338 milhões de toneladas de matéria residual perigosa.

### Principais Poluentes, Fontes de Emissão e Danos à Saúde

Poluente	Principais fontes de emissão	Danos à saúde
<b>CO</b> (monóxido de carbono)	Carros a gasolina (49%), carros a álcool (17%), veículos a diesel (28%)	O CO se liga à hemoglobina no sangue no lugar do oxigênio. Em altas concentrações, prejudica a oxigenação do organismo, causando diminuição dos reflexos e da acuidade visual. Pessoas com problemas cardíacos e circulatórios são as mais prejudicadas
<b>PI</b> (partículas inaláveis)	Veículos a diesel (30%), carros a gasolina (10%), indústrias (10%)	Instalam-se nos pulmões, diminuindo a capacidade respiratória. O material particulado pode aumentar os efeitos fisiológicos de outros gases presentes no ar
<b>O<sub>3</sub></b> (ozônio)	São formados pela reação dos hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio na presença de luz solar	Irritação dos olhos e vias respiratórias, diminuição da capacidade pulmonar, envelhecimento precoce e corrosão dos tecidos. Pessoas com asma são mais suscetíveis aos efeitos do ozônio
<b>HC</b> (hidrocarbonetos)	Carros a gasolina (53%), veículos a diesel (21%), carros a álcool (19%)	Diminuem a capacidade sangüínea de transportar oxigênio e afeta sistemas cardiovascular, nervoso e pulmão. Os hidrocarbonetos aromáticos (benzeno, tolueno e xileno) são cancerígenos
<b>NO<sub>x</sub></b> (óxidos de nitrogênio)	Veículos a diesel (81%), carros a gasolina (10%), carros a álcool (5%)	Podem penetrar profundamente no sistema respiratório, podendo dar origem a substâncias mutagênicas e carcinogênicas. É também um irritante, podendo conduzir a sintomas que lembram os do enfisema
<b>SO<sub>2</sub></b> (dióxido de enxofre)	Veículos a diesel (77%), indústrias (15%), carros a gasolina (8%)	Altas concentrações provocam irritação no sistema respiratório e problemas cardiovasculares. A concentração deste poluente tem se mantido abaixo dos níveis aceitáveis nos últimos anos

### Medida da Qualidade do Ar (SP)

Qualidade	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PI (µg/m <sup>3</sup> )	CO (partes por milhão)	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Boa</b>	80	50	4,5	80	100
<b>Regular*</b>	365	150	9,0	160	320
<b>Inadequada</b>	800	250	15,0	200	1.130
<b>Má</b>	1.600	420	30,0	800	2.260
<b>Péssima</b>	2.100	500	40,0	1.000	3.000
<b>Crítica</b>	2.620	600	50,0	1.200	3.750
<b>Ultrapassagens de padrão (em 1996)</b>	** 0	205	52	93	0 ***

\* Padrão de qualidade do ar, segundo resolução nº 3 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - Conama, de 28/06/90.

\*\* Nas 22 estações da Cetesb na Grande S. Paulo, nos 365 dias do ano.

\*\*\* Não era medida até julho/96.

Fonte: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb)

## Conseqüências

A poluição atmosférica pode provocar ou agravar problemas de saúde na população humana, principalmente doenças do aparelho respiratório, entre elas a bronquite, o enfisema, a asma e o cancro pulmonar.

Plantas e animais são também seriamente afetados pela poluição do ar.

Os gases tóxicos perturbam o desenvolvimento natural da vegetação, atacando as folhas, diminuindo a fotossíntese, a respiração e a transpiração, resultando um crescimento mais lento das plantas, que se tornam menos resistentes às intempéries, às doenças e aos parasitas.

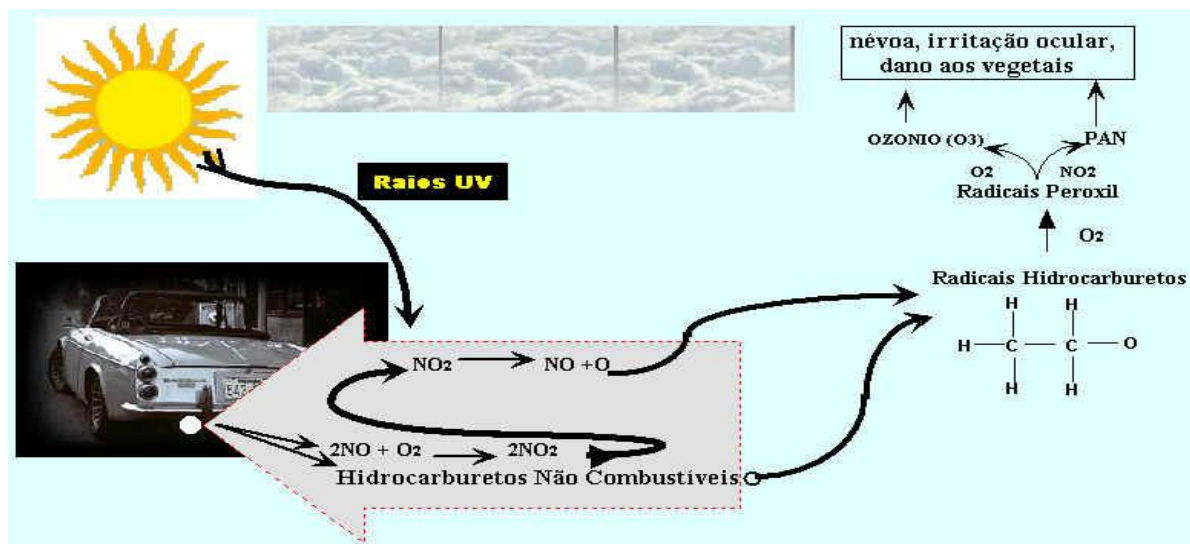
Os animais, por sua vez, têm a sua saúde bastante afetada, não só pelo contato direto com o ar poluído, como pela ingestão de vegetais mais ou menos envenenados.

## Alguns Fenômenos Relacionados com a Poluição Atmosférica

Alguns problemas decorrentes da poluição atmosférica se tornaram tão importantes que passaram a ser estudados à parte. Nos próximos capítulos estudaremos o **efeito estufa**, a **chuva ácida** e a **destruição da camada de ozônio**. Agora, vamos ver outros dois problemas muito graves: o **smog fotoquímico** e a **inversão térmica**.

### I – SMOG FOTOQUÍMICO

**Smog** é um termo que provém da combinação entre as palavras “*smoke*” e “*fog*” (fumaça e neblina, na língua inglesa). É a mistura de névoa (gotículas de vapor d’água) com partículas de fumaça: é formada quando o grau de umidade na atmosfera é elevada e o ar está praticamente parado. O aumento da incidência de raios UV na superfície da Terra pode agravar o fenômeno.



Fonte : [www.asmaBronquica.com.br](http://www.asmaBronquica.com.br)

O ozônio ( $O_3$ ) é um oxidante fotoquímico e o maior responsável pelos "smogs". Enquanto na atmosfera superior, ele é benéfico para a vida, constituindo uma barreira natural aos raios ultravioletas que atingem a Terra, ao nível do solo, em altas concentrações, torna-se um problema para a saúde e o meio ambiente. O ozônio não é emitido diretamente para o ar. Ele é formado através de reações químicas complexas, conforme vemos na figura acima.

Os **radicais** são estruturas com valências livres, derivadas de átomos ou moléculas: são quimicamente muito reativos. **PAN** é o **nitrato peroxiacetílico**, um produto secundário também prejudicial aos seres vivos, bloqueando a fotossíntese. Essas reações são estimuladas pela luz solar e pela temperatura de modo que picos de concentração de  $O_3$  ocorrem durante os dias quentes e ensolarados. Tanto os hidrocarburetos (ou hidrocarbonetos) não combustíveis quanto os óxidos de nitrogênio são emitidos por diversas fontes como veículos, indústrias químicas, lavanderias, e empreendimentos ou atividades que utilizam solventes.

---

## QUÍMICA AMBIENTAL

---

A reatividade do O<sub>3</sub> causa irritação dos olhos e problemas de saúde associados à redução da capacidade pulmonar, com o agravamento das doenças respiratórias como a asma. Mesmo pessoas saudáveis têm se mostrado sensíveis aos efeitos do ozônio. A exposição longa a baixas concentrações causa envelhecimento precoce e reduz a capacidade de resistência a infecções respiratórias. O ozônio afeta as plantas, inibindo a fotossíntese; danifica objetos de borracha, como pneus, e corantes de tintas.

O *smog* cai sobre as cidades com maiores problemas de poluição na forma de uma bruma opaca, geralmente meio escura. A história do século XX registra episódios nos quais se faz noite em pleno dia. Em Londres, houve momentos nos quais os ônibus deviam circular com faróis acesos, pois o Sol estava escondido pela mistura de fumaça e neblina, que também era mortal. Na capital inglesa acumulou-se uma triste marca, pois misturas letais do *smog* mataram 600 pessoas em 1948, cerca de três mil em 1952, mais mil em 1956 e 750 em 1962.

### II - INVERSÃO TÉRMICA

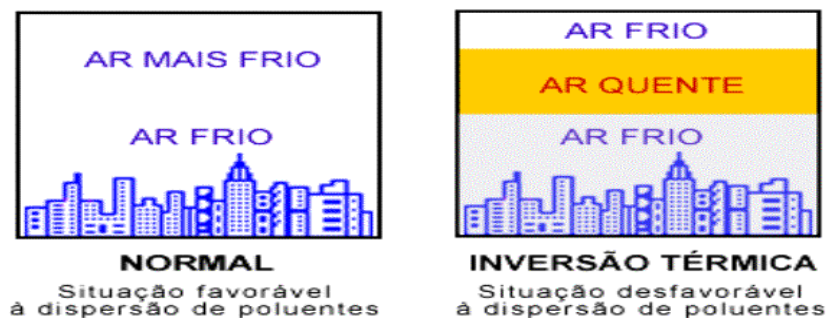
É um fenômeno que ocorre, geralmente em cidades muito industrializadas - como São Paulo - ou localizadas em depressões cercadas de montanhas, como Ribeirão Preto.

O ar atmosférico é, normalmente, mais quente nas camadas mais baixas da atmosfera (recebe o calor armazenado no solo) e, sendo menos denso, tende a subir -formando correntes de convecção (*convecção térmica*)- e fazendo com que o ar frio(mais denso) passe para baixo , dispersando os poluentes

Em certas situações, no entanto, o ar quente passa sobre o ar frio, ficando assim acima dele. Por ser mais denso, o ar frio que ficou embaixo não sobe e o ar quente que ficou em cima do frio não desce . Na interseção do ar quente com o ar frio, forma-se uma **camada de inversão**, que evita que os poluentes passem para as camadas superiores da atmosfera, dispersando-se na troposfera e criando uma névoa sobre o local.

Acontece principalmente nos períodos de inverno, quando os dias costumam ser mais frios, formando as frentes frias. O fenômeno cessa quando ocorre deslocamento horizontal dos ventos, carregando a camada de inversão, permitindo que o ar quente desça.

As cidades onde ocorrem este fenômeno procuram manter sob rigorosa vigilância o nível de poluentes no ar e as condições climáticas. Em caso de emergência, medidas preventivas são imediatamente tomadas. Uma delas é proibir a circulação de veículos no centro da cidade enquanto perdurar a situação.



Registramos ainda as *Ilhas de Calor* , fenômeno climático que ocorre nos centros das grandes cidades devido, principalmente a fatores, como : a poluição, o asfalto, o concreto e a ausência de áreas verdes. Esta denominação origina-se do fato de uma cidade apresentar em seu centro uma taxa de calor muito elevada, em relação às suas redondezas .

---

### Prevenção

---

A redução da poluição provocada pela queima de combustíveis fósseis pode ocorrer de várias maneiras:

I – Uso mais racional : quantidades significativas de combustíveis seriam economizadas com a adoção de medidas simples, Poderíamos tornar mais eficientes os sistemas de calefação de prédios e residências; as usinas termelétricas poderiam reaproveitar a água quente que jogam nos rios ; caminhões de entrega poderiam não retornar vazios e o uso de transporte coletivo poderia ser estimulado.

II – Uso de combustíveis menos poluentes : a gasolina e o óleo diesel, muito poluentes, poderiam ser substituídos progressivamente por combustíveis que agredissem menos a atmosfera . No Brasil, podemos citar o **álcool** , extraído da cana-de-açúcar e da mandioca e o **biodiesel**, obtido de óleos vegetais.

III – Despoluição na fonte : se maiores investimentos fossem feitos poderíamos evitar que boa parte dos poluentes chegasse à atmosfera. Por exemplo, o dióxido de enxofre, liberado pelas usinas termoeletricas, pode ser retirado antes de chegar ao ar. A obrigação do uso de conversores catalíticos(**catalisadores**) nos veículos é um bom exemplo dessa prática : gases muito nocivos, como hidrocarbonetos, monóxido de carbono e os óxidos de nitrogênio, são convertidos em substâncias menos prejudiciais ao ambiente, como dióxido de carbono, gás nitrogênio e vapor d'água.

IV – Evitar o desflorestamento :como as florestas absorvem o dióxido de carbono, ajudando a controlar a quantidade desse gás na atmosfera, é extremamente importante combater a sua destruição. Hoje , a situação chegou a tal ponto que não basta reduzir o corte de árvores nas florestas, também temos que aumentar seu plantio.

---

### Refleta !

---

*Agência CIDADE, São Paulo, 28/03/2002*

#### **Rodízio de veículos está suspenso sexta-feira em SP**

A Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) acaba de anunciar que o rodízio de veículos será suspenso em São Paulo na próxima sexta-feira devido ao feriado da Semana Santa.

### **Pesquisadores da USP vão estudar poluição em São José**

*Parceria entre a Prefeitura de São José dos Campos e a Faculdade de Medicina da USP vai possibilitar um estudo inédito no País sobre qualidade do ar e saúde.*

Uma parceria entre a Prefeitura de São José dos Campos e a Faculdade de Medicina da USP (Universidade de São Paulo) vai possibilitar um estudo inédito no País sobre qualidade do ar e saúde. Pesquisadores vão disponibilizar métodos científicos utilizando **bioindicadores** para medir a poluição atmosférica e colher dados em São José.

O trabalho será desenvolvido pela equipe do pesquisador Paulo Saldiva, em conjunto com técnicos da Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente, Secretaria de Saúde e Secretaria de Educação. A intenção é analisar as questões do meio urbano como, por exemplo, a poluição emitida pelos carros na cidade.

Para medir a qualidade do ar em São José, os cientistas vão utilizar uma planta chamada *Tandescrania palida*. Segundo técnicos do Meio Ambiente, essa planta possui alto grau de sensibilidade. Quinze vasos serão distribuídos em três pontos da cidade: Jardim São Vicente (região leste), centro e Horto Florestal (zona rural). As plantas serão expostas à poluição do ar, poluição do solo, radiação e também condições da água. O grupo de plantas que vai receber a radiação eletromagnética também será subdividido. Cada subgrupo estará submetido a radiações diferentes, conforme as legislações do município, da Europa, OMS (Organização Mundial de Saúde) e demais normas seguidas pelo Brasil.

Todo este trabalho será desenvolvido em parceria com escolas municipais, supervisionados pelos estudiosos, cabendo aos alunos tanto a coleta dos dados, como também a análise dos resultados. Os dados coletados com relação à poluição do ar serão levados para cientistas da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos para serem analisados ...

*Fonte : [www.cosmo.com.br/especial/cosmo\\_especial/especiais/materias/011030\\_especial02.shtm](http://www.cosmo.com.br/especial/cosmo_especial/especiais/materias/011030_especial02.shtm)*

### O PROBLEMA DAS MOTOS

Desde janeiro de 2003 as motos fabricadas no Brasil estão poluindo 68% menos do que as produzidas em 2002. Em 2009, o corte terá de ser de 92%, em relação aos níveis de 2002. Para isso, passarão a ter injeção eletrônica e catalisadores.

Hoje, uma moto nova (mesmo com a redução já atingida) polui até 16 vezes mais que um carro atual. Já uma usada é até 35 vezes mais poluente que um automóvel.

Por que só agora o governo decidiu fazer um programa específico para motos ?

Acontece que o crescimento do número desse tipo de veículo é relativamente recente. Em 1975, foram fabricadas 5220 motos no país. Entre 1996 e 1997, a produção passou de 280 mil para 426 mil. Para 2003, estima-se a fabricação de 1 milhão de unidades.

O **Promot** (Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares) está dividido em três fases. Até 2002, uma moto emitia de 24 a 25 gramas de monóxido de carbono -o principal poluente- por quilômetro rodado (um carro hoje produz na prática 0,7 g/km). A primeira fase do programa, iniciada em janeiro de 2003, determinou a queda para 12 g/km, mas a média real tem chegado a 8 g/km. Em 2005, na segunda fase, o nível de poluição provavelmente será cortado para 5,5 g/km, segundo o programa. Em 2009, terceira e última etapa do Promot, o limite legal será de 2 g/km, igual ao dos carros, mas a expectativa é que fique ainda menor, chegando a 0,7 g/km. Vale a pena citar que a mudança é só para motos novas.

### CUBATÃO, EXEMPLO MUNDIAL DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Nas décadas de 70 e 80, o pólo industrial de Cubatão lançava no ar, diariamente, quase mil toneladas de poluentes. O solo, os rios e manguezais que formam o rico ecossistema da região recebiam indiscriminadamente outras tantas toneladas.

No ano de 1985, através da parceria entre a Administração Municipal, a Cetesb, as Indústrias e a Comunidade, foi iniciado um rígido programa de despoluição ambiental. Os resultados foram imediatos: no período de menos de dez anos, os índices das fontes poluidoras foram reduzidos em 92%.

O reconhecimento por esse trabalho foi coroado durante a ECO 92, pela ONU (Organização das Nações Unidas), que outorgou o Selo Verde à Cubatão, como Cidade-Símbolo da Ecologia e Exemplo Mundial de Recuperação Ambiental.

Fonte : [www.nitcult.com.br/nitecologia.htm](http://www.nitcult.com.br/nitecologia.htm)

Ordem	Ano	Aumento acima da média
1º	1998	+ 0,55°C
2º	2002	+0,48°C
3º	2003	+0,45°C
4º	2004	+0,40°C

Anos mais quentes

Fonte: OMM

# QUÍMICA AMBIENTAL

## Agora é com Você !

01. (ENEM-98) Um dos índices de qualidade do ar diz respeito à concentração de monóxido de carbono (CO), pois esse gás pode causar vários danos à saúde. A tabela abaixo mostra a relação entre a qualidade do ar e a concentração de CO.

Qualidade do ar	Concentração de CO – ppm* (média de 8h)
Inadequada	15 a 30
Péssima	30 a 40
Crítica	Acima de 40

\* ppm (parte por milhão) = 1 micrograma de CO por grama de ar  $10^{-6}$  g

Para analisar os efeitos do CO sobre os seres humanos, dispõe-se dos seguintes dados:

Concentração de CO (ppm)	Sintomas em seres humanos
10	Nenhum
15	Diminuição da capacidade visual
60	Dores de cabeça
100	Tonturas, fraqueza muscular
270	Inconsciência
800	Morte

Suponha que você tenha lido em um jornal que na cidade de São Paulo foi atingido um péssimo nível de qualidade do ar. Uma pessoa que estivesse nessa área poderia:

- (A) não apresentar nenhum sintoma. (D) ficar inconsciente.  
(B) ter sua capacidade visual alterada.  
(C) apresentar fraqueza muscular e tontura. (E) morrer.

02. (PROVÃO/BIO-2000) A poluição atmosférica produzida pela atividade industrial e pelos automóveis pode provocar doenças respiratórias principalmente em crianças. Tais doenças são mais freqüentes na época de

- (A) chuva, pois os poluentes dissolvem-se na água, tornando-a tóxica.  
(B) chuva, pois é nesse período que ocorre inversão térmica, que dificulta a dissipação dos poluentes.  
(C) estiagem, pois a baixa umidade dificulta a dissipação dos poluentes.  
(D) baixas temperaturas, pois a inversão térmica dificulta a dissipação dos poluentes.  
(E) altas temperaturas, pois a inversão térmica dificulta a dissipação dos poluentes.

03. (UNESF-2001) "POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA FATAL EM SÃO PAULO"

“A poluição atmosférica é responsável pelo aumento do número de mortes e atendimentos por complicações cardíacas na Região Metropolitana de São Paulo. Segundo estudos do Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo(USP), o índice de mortalidade provocado por problemas cardíaco-vasculares tem acréscimo de até 14% em dias de inversão térmica . “

*Jornal do Commercio, 02/07/00*

Sobre o fenômeno da inversão térmica é CORRETO afirmar :

- a) O ar quente é mais denso que o ar frio .  
b) Quanto mais frio for o ar, maior será a dissipação dos poluentes.  
c) A inversão térmica ocorre, principalmente, nas épocas de inverno .  
d) A altitude de São Paulo é o principal fator favorável à ocorrência do fenômeno.  
e) Normalmente, a camada de ar mais próxima da superfície terrestre é mais fria que as camadas superiores.

## QUÍMICA AMBIENTAL

04. (UNESF-2001) Qual das medidas citadas a seguir seria a menos aconselhável, no combate à poluição atmosférica levando-se em conta que o progresso não pode parar ?

- a) Instalação de filtros nas fábricas.
- b) Rodízio dos automóveis.
- c) Substituição de alguns produtos químicos industriais perigosos.
- d) Fechamento de fábricas.
- e) Desenvolvimento de tecnologias alternativas.

05. (PUC-MG/1999) “A inversão térmica é um fenômeno climático que provoca o agravamento da poluição. Em geral, a temperatura da atmosfera **diminui** com a altura: camadas de ar frio ficam sobre as camadas de ar quente. Nessas condições há um movimento **ascendente** do ar, pois o ar quente, mais **leve**, tende a **subir**. A inversão térmica ocorre quando uma camada de ar quente se forma **embaixo** de uma camada de ar frio. Nessas condições a concentração de poluentes aumenta nas proximidades do solo.”

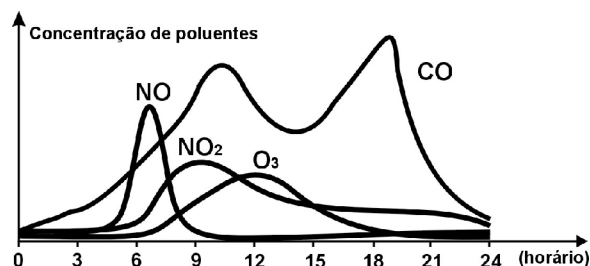
Para corrigir o texto, deve-se substituir:

- a) diminui **por** aumenta
- b) ascendente **por** descendente
- c) leve **por** pesado
- d) subir **por** descer
- e) embaixo **por** em cima

06. (FGV-SP/1997) O "smog" fotoquímico:

- a) É um problema sério em todos os centros urbanos
- b) Sua severidade é associada à concentração de  $\text{CO}_2$  no ar ao nível do solo
- c) A radiação solar é um elemento importante na formação do "smog"
- d) A chuva e o vento contribuem para a formação do "smog"
- e) O "smog" fotoquímico provoca um aumento no número de casos de câncer de pele.

07. (ENEM-2000) O gráfico abaixo refere-se às variações das concentrações de poluentes na atmosfera, no decorrer de um dia útil, em um grande centro urbano.



(Adaptado de NOVAIS, Vera. *Ozônio: aliado ou inimigo*. São Paulo: Scipione, 1998)

As seguintes explicações foram dadas para essas variações:

- I A concentração de NO diminui, e a de  $\text{NO}_2$  aumenta em razão da conversão de NO em  $\text{NO}_2$ .
- II A concentração de monóxido de carbono no ar está ligada à maior ou à menor intensidade de tráfego.
- III Os veículos emitem óxidos de nitrogênio apenas nos horários de pico de tráfego do período da manhã.
- IV Nos horários de maior insolação, parte do ozônio da estratosfera difunde-se para camadas mais baixas da atmosfera.

Dessas explicações, são plausíveis somente:

- (A) I e II.
- (B) I e III.
- (C) II e III.
- (D) II e IV.
- (E) III e IV.