

dedicados à apresentação das posições epistemológicas de Kuhn, Popper, Lakatos, Feyerabend e Bachelard, grupos de licenciandos podem preparar seminários sobre os seguintes assuntos:

- Bacon e o empirismo/indutivismo;
- Popper e o falsificacionismo;
- Bachelard, os obstáculos epistemológicos e as rupturas;
- Kuhn, paradigmas e revoluções científicas;
- Feyerabend e o anarquismo epistemológico;
- Fleck e os estilos/coletivos de pensamento. (Cf. “Sociogênese do conhecimento e pesquisa em ensino: contribuições a partir do referencial fleckiano”, v. 19, número especial, 2002, da revista *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, artigo de Demétrio Delizoicov et al.; “Ludwik Fleck e a presente história das ciências”, de autoria de Ilana Löwy, na revista *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, out. 1994.)

## 2. Exemplos

### a) Poluição do ar

#### Contexto da atividade

A atividade a seguir, estruturada pelos três momentos pedagógicos, é exemplo que foi empregado (com pequenas adaptações) em curso de formação continuada de professores de Ciências da rede



1990, com o objetivo de explorar possibilidades e fornecer subsídios para uma prática educativa a ser desenvolvida com alunos do ensino fundamental (de 5ª a 8ª série). Um plano de ensino do tema “poluição urbana”, em que esta atividade está inserida, é exemplificado na 5ª Parte, que visa fornecer subsídios para a elaboração de programas na perspectiva da abordagem temática. Como será visto nessa parte, os conceitos unificadores constituem um dos eixos estruturantes da programação. O conceito unificador escala foi explorado nesta atividade e permitiu sua estruturação. Esse conceito caracteriza uma das atividades da produção científica, a saber, a da mensuração e matematização das variáveis envolvidas nos fenômenos, relacionados respectivamente à precisão e exatidão das grandezas. Tais procedimentos — mensuração e matematização — e valores — precisão e exatidão — são de fundamental importância, uma vez que estão na gênese da ciência moderna e constituem um dos diferenciais entre o conhecimento prevalente do aluno e o científico.

### **Problematização inicial**

A discussão inicial ocorre no “pequeno grupo” (até quatro pessoas). Cada grupo deve anotar a síntese das conclusões, para posterior apresentação e discussão no “grande grupo” (toda a turma). O professor organiza e atende os grupos, dimensionando o tempo para essa atividade de acordo com o andamento do trabalho e seu planejamento. Na discussão no “grande grupo”, resgata as sínteses dos alunos, coordenando as discussões e desafiando-os a expor suas idéias. Explora posições contraditórias, sempre perguntando e solicitando aos alunos que se pronunciem. A meta é: 1) problematizar as falas; 2) ir direcionando para a introdução do que será abordado

no momento seguinte — organização do conhecimento —, mediante outras questões, formuladas pelo professor, que serão objeto de estudo, ao se desenvolver o segundo momento. Esse aspecto da problematização inicial tem a função de procurar conscientizar os alunos das possíveis limitações e lacunas de seu conhecimento.

**BASEIE-SE EM SUAS OBSERVAÇÕES E EXPERIÊNCIAS DO DIA-A-DIA E REALIZE A SEGUINTE DISCUSSÃO COM SEU GRUPO:**

1) Você vive numa região onde há muito tráfego de automóvel, ônibus e caminhão? Já esteve numa região dessas? E em locais com indústrias?

Tente, descrevendo, dar algumas das características dessa região com base no que você lembra de suas observações. Por exemplo:



- a) Qual a cor dos prédios?
- b) Qual a cor da poeira dos móveis? E das cortinas?
- c) Como ficam as folhas das plantas?
- d) As características são diferentes no verão e no inverno?  
Descreva, também, outros detalhes que você tenha observado.

2) A seguinte notícia foi transmitida num jornal diário de uma emissora de rádio: “Cetesb informa: qualidade do ar em Cubatão é MÁ. No centro, a qualidade do ar é INADEQUADA”.

- a) Você sabe o que é Cetesb? ([www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br))
- b) O que significa qualidade do ar “má”? E “inadequada”?

**Tabela 1** – Alguns poluentes do ar e as principais fontes lançadoras

| <b>Poluente</b>        | <b>Fontes</b>  |
|------------------------|--|
| Monóxido de carbono    | Indústrias, veículos (queima de combustível)                             |
| Dióxido de carbono     | Indústrias, veículos (queima de combustível)                             |
| Dióxido de enxofre     | Indústrias, veículos, residências, termelétricas (queima de combustível) |
| Partículas de mercúrio | Indústrias de cloro, plásticos, papel e combustíveis de veículos         |
| Partículas de chumbo   | Indústrias de tintas, automóveis   |
| Óxidos de nitrogênio   | Aviões, automóveis, incineradores, queimadas                             |
| Partículas de amianto  | Automóveis (pneus)   |
| Inseticidas            | Lançamentos sobre as plantações, indústrias de inseticidas               |
| Cloro                  | Indústrias de cloro e de inseticidas organoclorados, spray               |
| Cimento                | Indústrias de cimento  |
| Hidrocarbonetos        | Veículos, indústrias (queima de combustível)                             |
| Partículas de carvão   | Veículos, indústrias (queima de combustível)                             |

Fonte: CECISP. *Ciências ambientais para 1º grau: 7ª e 8ª séries* – Poluição.

**Tabela 2 – Composição da atmosfera seca**

| Componentes gasosos | Composição ppm (vol.) | Composição ppm (peso) |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Nitrogênio          | 780.900               | 755.100               |
| Oxigênio            | 209.500               | 231.500               |
| Argônio             | 9.300                 | 12.800                |
| Dióxido de carbono  | 300                   | 460                   |
| Neônio              | 18                    | 12,5                  |
| Hélio               | 5,2                   | 0,72                  |
| Metano              | 2,2                   | 1,2                   |
| Criptônio           | 1                     | 2,9                   |
| Óxido nítrico       | 1                     | 1,5                   |
| Hidrogênio          | 0,5                   | 0,03                  |
| Xenônio             | 0,08                  | 0,36                  |

OS OUTROS COMPONENTES GASOSOS DE ORIGEM NATURAL E DE CONCENTRAÇÃO VARIÁVEL SÃO:

- óxidos de nitrogênio: produzidos pelas descargas elétricas durante as tempestades;
- dióxido de enxofre; fluoreto de hidrogênio e cloreto de hidrogênio (erupções vulcânicas);
- sulfeto de hidrogênio: escapa das acumulações de gás natural ou dos vulcões;
- ozônio: formado fotoquimicamente ou por descargas elétricas.

Há ainda partículas sólidas ou líquidas de origem natural, constituídas de materiais do solo, da vegetação e do mar transportados pelo vento, bem como de poeiras meteóricas e de microorganismos e pólen.

### Organização do conhecimento

O problema da qualidade e da poluição do ar em cidades como São Paulo tem origem em várias fontes poluidoras, conforme dados da tabela 1. Nesta atividade, será considerada a poluição do ar decorrente da queima de combustível no motor dos veículos.

DESENVOLVER ESTE MOMENTO COM O MESMO PROCEDIMENTO ANTERIOR.

Analise a tabela 1 e responda às questões:

1) Que poluentes do ar decorrem da queima de combustível dos veículos?

2) Desses, você sabe identificar quais são gases e quais são sólidos?

3) Essas substâncias alteram a qualidade do ar? E a composição básica do ar, fica alterada? Explique. Consulte a tabela 2.

4) A quantidade de oxigênio ( $O_2$ ) do ar fica alterada? Explique.

A tabela 3 fornece informações sobre alguns poluentes. Analise e responda às questões:

5) O que significa  $g/m^3$ ? E  $mg/m^3$ ? E ppm? E  $\mu g/m^3$ ?

6) Que principais efeitos o monóxido de carbono (CO) ocasiona? Em qualquer quantidade? Explique, consultando a tabela 4.

7) Que principais efeitos o dióxido de enxofre ( $SO_2$ ) ocasiona? Em qualquer quantidade? Explique.

8) E o chumbo (Pb)? Qual a origem do chumbo que fica no ar em consequência da queima de combustíveis?

### Consultar:

GEPEQ. *Interações e transformações III: química – ensino médio: química e a sobrevivência/atmosfera*. Livro do aluno e guia do professor. São Paulo: Edusp, 1998.

MOZETO, Antonio A. Química atmosférica: a química sobre nossas cabeças. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*. Química ambiental, São Paulo, n. 1, p. 41-49, maio 2001.

QUÍMICA NOVA NA ESCOLA. Disponível em: <[www.s bq.org.br/ensino](http://www.s bq.org.br/ensino)>.

SANTOS, Wildson L. P. (Org.). *Poluição do ar: estudo dos gases*. In: \_\_\_\_\_. *Química na sociedade*. Brasília: UnB, 2000.

**Tabela 3** – Algumas substâncias poluentes, suas particularidades e efeitos sobre a saúde, a vegetação, os animais, os materiais e a estética

|   | Origem antropogênica   | Fontes  | Dose                           |
|---|--|---|--------------------------------|
| A. Poluição causada pelo dióxido de enxofre – SO <sub>2</sub> | Resulta da combustão do enxofre presente nos combustíveis, sobretudo de alto teor de enxofre (1 a 4%). | Transportes, domicílios, indústrias e outras.   | Até 40 µg/m <sup>3</sup>       |
|   |  |   | De 40 a 50 µg/m <sup>3</sup>   |
|   |  |   | De 60 a 80 µg/m <sup>3</sup>   |
|   |  |   | De 80 a 100 µg/m <sup>3</sup>  |
|   |  |   | De 100 a 120 µg/m <sup>3</sup> |
|   |  |   | 500 µg/m <sup>3</sup>          |
|   |  |   | Limite admissível:             |
| B. Poluição causada pelo monóxido de carbono – CO             | Resulta da combustão incompleta do carbono.  | Combustão incompleta de combustíveis, cigarros, aquecimentos domésticos, automóveis, barcos a motor, indústrias, etc. | 117 mg/m <sup>3</sup>          |
|   |  |   | 70 mg/m <sup>3</sup>           |
|   |  |   | 35 mg/m <sup>3</sup>           |
|   |  |   | 23 mg/m <sup>3</sup>           |
|   |  |   | 12 mg/m <sup>3</sup>           |
|   |  |   |                                |
|   |  |   |                                |
|   |  |   | De 20 a 30%                    |
|   |  |   | De 30 a 40%                    |
|   |  |   | De 40 a 50%                    |
| De 50 a 60%   |  |   |                                |
| De 60 a 70%   |  |   |                                |
|   |  |   | 80%                            |

| Efeito   | Considerações especiais   |        |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
|--|---|--------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| Sobre a saúde humana.<br>Sobre vegetação mais sensível.<br>Sobre materiais: corrosão de bronze, mármore.<br>Sobre a visibilidade, estética.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O papel do SO<sub>2</sub> é insignificante perto da ação sinérgica.</li> <li>• A sinergia de SO<sub>2</sub> mais a poeira levam ao aumento da mortalidade.</li> <li>• Seus efeitos gerais são sobre a saúde, a vegetação, a estética, o odor, o conforto, a visibilidade.</li> </ul> |        |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| Doenças respiratórias, sobretudo nas crianças.<br>Sobre a fauna e a flora aquática, acidificação dos lagos.<br>Aumento da mortalidade, hospitalização.   | Método de combate ao SO <sub>2</sub> : dessulfuração, dispersão (altas chaminés), uso de combustível de baixo teor de enxofre.  |        |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 125 µg/m <sup>3</sup> de SO <sub>2</sub> a não ultrapassar 30% do ano.   |   |        |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| Porcentagem de transferência de hemoglobina em COHB por tempo de exposição<br><table border="1" data-bbox="80 1087 225 1268"> <thead> <tr> <th>Em 1h</th> <th>Em 8 h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3,6%</td> <td>12,9%</td> </tr> <tr> <td>2,5%</td> <td>8,7%</td> </tr> <tr> <td>1,3%</td> <td>4,0%</td> </tr> <tr> <td>0,8%</td> <td>2,8%</td> </tr> <tr> <td>0,4%</td> <td>1,4%</td> </tr> </tbody> </table> | Em 1h   | Em 8 h | 3,6% | 12,9% | 2,5% | 8,7% | 1,3% | 4,0% | 0,8% | 2,8% | 0,4% | 1,4% | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O monóxido de carbono está presente no ar naturalmente, à taxa de 0,03%. Seu aumento ocasiona distúrbios à saúde.</li> <li>• O CO tem grande afinidade pela hemoglobina do sangue, que é transformada em carboxiemoglobina (COHB) e fica impedida de transportar oxigênio, o que causa perturbações psicológicas, físicas e sensoriais e pode levar à morte por asfixia.</li> <li>• Um habitante da cidade tem normalmente de 1 a 2% de COHB e um fumante do mesmo lugar, de 4 a 10%.</li> </ul> |
| Em 1h  | Em 8 h  |        |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 3,6%   | 12,9%   |        |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 2,5%   | 8,7%  |        |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 1,3%   | 4,0%  |        |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 0,8%   | 2,8%  |        |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 0,4%   | 1,4%  |        |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| Distúrbios segundo a taxa de carboxiemoglobina (COHB)<br>náusea<br>náusea/vômito<br>síncope<br>convulsão<br>coma<br>morte<br>suicídio com gás – 2/3 de COHB  |   |        |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |

|  | Origem antropogênica   | Fontes | Dose  |
|--|--|--------|---|
| C. Poluição causada pelo mercúrio – Hg | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resulta da utilização do mercúrio no processo catalítico para síntese do acetileno (indústrias de resina de PVC).</li> <li>• Uso de fungicidas (tratamento de grãos de cereais).</li> <li>• Fins agrícolas (desinfecção com compostos de fenilmercúrio).</li> </ul>   |        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O Hg é encontrado normalmente à proporção de:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– 0,03 ppb (parte por bilhão) no mar;</li> <li>– 0,01 ppm (parte por milhão) no fitoplâncton.</li> </ul> </li> <li>• 2 µg/grama de peso seco nos consumidores primários.</li> <li>• 5 µg/grama de peso seco no atum.</li> <li>• A partir de 0,3 mg/dia, para um adulto de 70 kg representa perigo à saúde.</li> </ul> |
| D. Poluição causada pelo chumbo – Pb   | <p>Tem origem industrial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• utilização como antidetonante nos combustíveis automotores;               <ul style="list-style-type: none"> <li>– bateria;</li> <li>– imprensa;</li> <li>– canalização de água;</li> <li>– tabaco;</li> <li>– indústria de alimentos (latas, tampas).</li> </ul> </li> </ul> |        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• A norma recomenda 50 µg/ml.</li> <li>• Limite aconselhável: 35 µg/100 ml.</li> <li>• Nos ambientes de trabalho, em regra, a legislação tolera 200 µg/m<sup>3</sup> por uma semana de 40 horas.</li> </ul>  |

| Efeito   | Considerações especiais   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ação principal: afeta o sistema nervoso central.</li> <li>• Destruição das células nervosas centrais (de ação irreversível)</li> <li>• Afeta o embrião humano, fazendo notar efeitos sobre a primeira geração.</li> <li>• Análises feitas com populações de regiões acidentadas demonstraram:             <ul style="list-style-type: none"> <li>— 1960, Baía de Minamata, Japão (indústria). Em mais de mil acidentados notaram-se: paralisia, surdez, tonturas, perda da memória, tremores, alucinações, perturbação visual, salivação, etc.</li> <li>— 1971, Iraque. Ingestão de pão cujo grão de trigo foi tratado com fungicida com mercúrio. Efeitos: sobre a visão, sobre o sistema nervoso central, rompimento do ciclo menstrual.</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• É um metal pesado de efeito cumulativo nos órgãos, pois não é eliminado.</li> <li>• As vias de absorção são:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– inalação (respiração);</li> <li>– oral (alimentação);</li> <li>– pele (cosméticos, medicamentos para sífilis);</li> <li>– placenta;</li> <li>– leite de mãe contaminada;</li> <li>– mucosa.</li> </ul> </li> <li>• Os indicadores de absorção são:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– sangue;</li> <li>– urina;</li> <li>– cabelo.</li> </ul> </li> <li>• O mecanismo de ação é biotransformador.</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• O chumbo é considerado o veneno do sangue, cuja ação recai na síntese da hemoglobina, causando saturnismo (anemia).</li> <li>• Fixa-se nas membranas dos glóbulos vermelhos, inibindo as enzimas necessárias à produção de hemoglobina.</li> <li>• Efeitos gerais:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– polinevrite: inflamação do sistema nervoso superior;</li> <li>– nefrites: inflamação dos rins;</li> <li>– encefalites: inflamação irreversível no sistema nervoso;</li> <li>– efeito sobre fetos: partos prematuros e aberrações cromossômicas.</li> </ul> </li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O chumbo persegue também o cálcio por afinidade química. Entrando pelo tubo digestivo, alcança o sangue e atinge o sistema ósseo, provocando infecção óssea.</li> <li>• O chumbo é metal pesado; portanto, é cumulativo.</li> </ul>  |

**Tabela 4a** – Desativação da hemoglobina por monóxido de carbono

| CONCENTRAÇÃO DE MONÓXIDO DE CARBONO NO AR (ppm) | HEMOGLOBINA DESATIVADA (%) |
|---|----------------------------|
| 0   | 0                          |
| 50  | 7                          |
| 100   | 14                         |
| 200   | 27                         |
| 300   | 37                         |
| 400   | 45                         |
| 500   | 51                         |
| 600   | 56                         |
| 700   | 61                         |
| 800   | 65                         |
| 900   | 68                         |
| 1 000   | 70                         |

Fonte: Cecisp: *Ciências ambientais para 1ª Grau – 7ª e 8ª Séries* – Poluição. Veja instrução anterior.

**Tabela 4b** – Efeitos de CO sobre as pessoas

| HEMOGLOBINA DESATIVADA (%) | SINTOMAS                        | CONCENTRAÇÃO DE CO (ppm) |
|----------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 0                          | Nenhum                          | 0                        |
| 1                          | Nenhum                          | 10                       |
| 2                          | Diminuição da capacidade visual | 15                       |
| 8                          | Dores de cabeça                 | 60                       |
| 14                         | Tonturas, fraqueza muscular     | 100                      |
| 27                         | Vômitos                         | 200                      |
| 33                         | Inconsciência                   | 270                      |
| 65 a 70                    | Morte                           | 800 a 1.000              |

Deve-se ressaltar que, para adequada avaliação dos problemas da poluição do ar, é necessário considerar, minimamente, aspectos *quantitativos*, ou seja, é preciso realizar medições e usar instrumentos de medidas. Por outro lado, a elaboração e interpretação de tabelas e gráficos são alguns dos procedimentos científicos que precisam estar constante e sistematicamente presentes nas atividades educativas.

Apenas se deter nos aspectos qualitativos da questão — isto é, afirmar que há CO, SO<sub>2</sub>, Pb presentes no ar, sem conhecer em que quantidade, e que, por isso, sua qualidade “faz mal à saúde”, “polui”, entre outras coisas semelhantes — em nada ajudará que se evitem os problemas de controle da poluição, quando a quantidade de poluentes presentes no ar for realmente crítica e não estiver sendo medida.

Comente a afirmação: “*Não devemos permanecer em garagens fechadas com motores de veículos funcionando*”.

A tabela 5 fornece dados de 1996, relativos à região metropolitana de São Paulo, sobre CO e SO<sub>2</sub>. Analise-a e responda às questões:

9) Calcule as porcentagens de CO lançadas no ar em conseqüência da queima dos seguintes combustíveis nos motores dos veículos:

- gasolina;
- álcool;
- diesel.

10) Calcule as porcentagens de SO<sub>x</sub> (que inclui o SO<sub>2</sub>) lançadas no ar em conseqüência da queima dos mesmos combustíveis em:

- motores de veículos;
- processos industriais.

11) Construa uma tabela, apresentando os dados sobre as porcentagens de emissão de CO e SO<sub>x</sub> ocasionada pela queima dos combustíveis considerados. Que aspectos você destacaria dessa tabela?



| EMISSÃO (1.000 t/ano)      |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| CO                         | HC                         | NOx                        | SOx                        | MP***                      |
| 952,1                      | 81,4                       | 50,9                       | 7,7                        | 3,8                        |
| 266,0                      | 30,9                       | 19,0                       | -                          | -                          |
| 271,5                      | 44,2                       | 198,3                      | 17,2                       | 12,4                       |
| 41,0                       | 3,6                        | 2,3                        | 0,4                        | 0,4                        |
| 36,4                       | 4,8                        | 0,3                        | 0,3                        | 0,1                        |
| -                          | 128,7                      | -                          | -                          | -                          |
| -                          | 31,0                       | -                          | -                          | -                          |
| -                          | 2,6                        | -                          | -                          | -                          |
| -                          | -                          | -                          | -                          | 6,0                        |
| -                          | 24,4                       | -                          | -                          | -                          |
| -                          | 5,1                        | -                          | -                          | -                          |
| 38,6 <sup>1</sup><br>(750) | 12,0 <sup>1</sup><br>(800) | 14,0 <sup>1</sup><br>(740) | 16,3 <sup>2</sup><br>(400) | 25,9 <sup>2</sup><br>(305) |
| 1.605,6                    | 368,7                      | 284,8                      | 41,9                       | 48,6                       |

**Tabela 6 – Estrutura do Índice de Qualidade do Ar**

| Índice | Nível de qualidade do Ar | Qualificação/ índice      | SO <sub>2</sub><br>Média 24 h<br>µg/m <sup>3</sup> | PTS<br>Média 24 h<br>µg/m <sup>3</sup> | Produto<br>Média 24 h<br>µg/m <sup>3</sup> |
|--------|--------------------------|---------------------------|--|--|--|
| 0      |                          | Boa<br>(0 – 50)           |  |  |  |
| 50     | 50% PQAR                 | Regular<br>(51 – 100)     | 80(a)  | 80(a)                                  |  |
| 100    | PQAR                     | Inadequada<br>(101 – 199) | 365  | 240                                    |  |
| 200    | ATENÇÃO                  | Má<br>(200-299)           | 800  | 375                                    | 65.000                                     |
| 300    | ALERTA                   | Péssima<br>(300-399)      | 1.600  | 625                                    | 261.000                                    |
| 400    | EMERGÊNCIA               | Crítica<br>(>400)         | 2.100  | 875                                    | 393.000                                    |
| 500    | CRÍTICO                  |                           | 2.620  | 1.000                                  | 490.000                                    |

Fonte: Cetesb

SO<sub>2</sub> – dióxido de enxofre

PTS – partículas totais em suspensão

PI – partículas inaláveis

CO – monóxido de carbono

O<sub>3</sub> – ozônio

NO<sub>2</sub> – dióxido de nitrogênio

| PI<br>Média 24 h<br>$\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Fumaça<br>Média 24 h<br>$\mu\text{g}/\text{m}^3$ | CO<br>Média 8 h<br>$\mu\text{g}/\text{m}^3$ | O <sub>3</sub><br>Média 1 h<br>$\mu\text{g}/\text{m}^3$ | NO <sub>2</sub><br>Média 1 h<br>$\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Descrição dos efeitos<br>sobre a saúde   |
|--|--|---|---|--|--|
| 50(a)  | 60(a)  | 4,5   | 80  | 100(a)   |  |
| 150  | 150  | 9,0   | 160   | 320  | Leve agravamento de sintomas, em pessoas suscetíveis, e irritação, na população sadia.   |
| 250  | 250  | 15,0  | 200   | 1.130  | Decréscimo da resistência física e significativo agravamento dos sintomas em pessoas com enfermidades cardiorrespiratórias.            |
| 420  | 420  | 30,0  | 800   | 2.260  | Aparecimento prematuro de certas doenças, além de significativo agravamento de sintomas.   |
| 500  | 500  | 40,0  | 1.000   | 3.000  | Morte prematura de pessoas doentes e pessoas idosas. Pessoas saudáveis podem acusar sintomas adversos que afetam sua atividade normal. |
| 600  | 600  | 50,0  | 1.200   | 3.750  |  |

PQAR – padrão de qualidade do ar

(a) – PQAR anual

12) Você é capaz de prever (identificar) que sintomas (dor de cabeça, náuseas, outros) a população da cidade de São Paulo poderia apresentar com base nas informações da tabela 5?

Consultar também: EVANS, John. Monóxido de carbono: mais do que somente um gás letal. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 9, p. 3-5, maio 1999.

13) Como a alta concentração de veículos numa região ou em grandes vias pode influir na qualidade do ar de outras regiões?

14) Como saber as condições da qualidade do ar em determinada região ou bairro da cidade?

A Cetesb deve medir localmente, com instrumentos de medidas apropriados, as quantidades de substâncias poluidoras presentes no ar em diferentes períodos do dia, nas várias regiões, bairros e vias de grande fluxo de tráfego. Os dados dessas medidas são analisados e devem ser divulgados pelos vários meios de comunicação.

A tabela 6 relaciona as quantidades de poluentes medidas e os respectivos padrões que definem a qualidade do ar. Analise-a e responda à questão:

15) Quando a Cetesb informa que em determinada região a qualidade do ar é "inadequada", o que isso significa? A qualidade do ar nessa região é "inadequada" sempre? Explique.

### **Aplicação do conhecimento**

1) Suponha que, durante 24 horas, em determinada região, a qualidade do ar não se altere. Explique a que tipos de problemas a população dessa região pode ficar sujeita, se a qualidade do ar (não alterada durante 24 horas) for:

- REGULAR;
- MÁ.
- INADEQUADA.

2) Segundo os padrões definidos pela Cetesb, como seria classificada a qualidade do ar, se as medidas apresentassem os seguintes dados:

a) Relativos à emissão de  $\text{SO}_2$  e partículas em suspensão durante 24 horas:

| $\text{SO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Produto ( $\text{SO}_2 \times \text{PTS}$ ) |
|--|----------------------------------|---|
| 70   | 875                              |   |
| 350  | 200                              |   |
| 500  | 250                              |   |
| 900  | 385                              |   |

b) Relativos à emissão de CO durante 8 horas:

6 ppm:

12 ppm:

25 ppm:

33 ppm:

47 ppm: