

Caro(a) aluno(a),

Este Caderno propõe uma discussão sobre alguns desequilíbrios ambientais, como a poluição associada à extração, à transformação e ao descarte de recursos da natureza. Espera-se que você recorra aos conhecimentos químicos para entender melhor alguns problemas causados pela intervenção do ser humano no ambiente.

Você entenderá os processos que geram a intensificação do efeito estufa e da chuva ácida e a diminuição da espessura da camada de ozônio. Verá, em cada caso, quais são os principais poluentes envolvidos, as consequências ambientais e as possíveis medidas de correção.

Entenderá também qual o papel ecológico do ar atmosférico e dos gases que o compõem – oxigênio, dióxido de carbono e nitrogênio, entre outros – no ciclo da vida do planeta.

Em seguida, serão apresentadas relações entre:

- concentração de poluentes atmosféricos e riscos à saúde;
- poluição das águas por esgotos domésticos e processos de tratamento;
- efeitos que os íons fosfato podem causar no meio aquático e problemas gerados pelo uso de pesticidas e descarte de plásticos.

Espera-se que os conteúdos deste Caderno contribuam para que você possa emitir opiniões sobre assuntos relacionados aos temas aqui abordados, tomar posições e propor intervenções solidárias, sempre com vistas à diminuição da poluição no planeta.

Bons estudos!

Equipe Técnica de Química  
Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias  
Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas – CENP  
Secretaria da Educação do Estado de São Paulo





## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 DESEQUILÍBRIOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA INTRODUÇÃO DE MATERIAIS NA ATMOSFERA

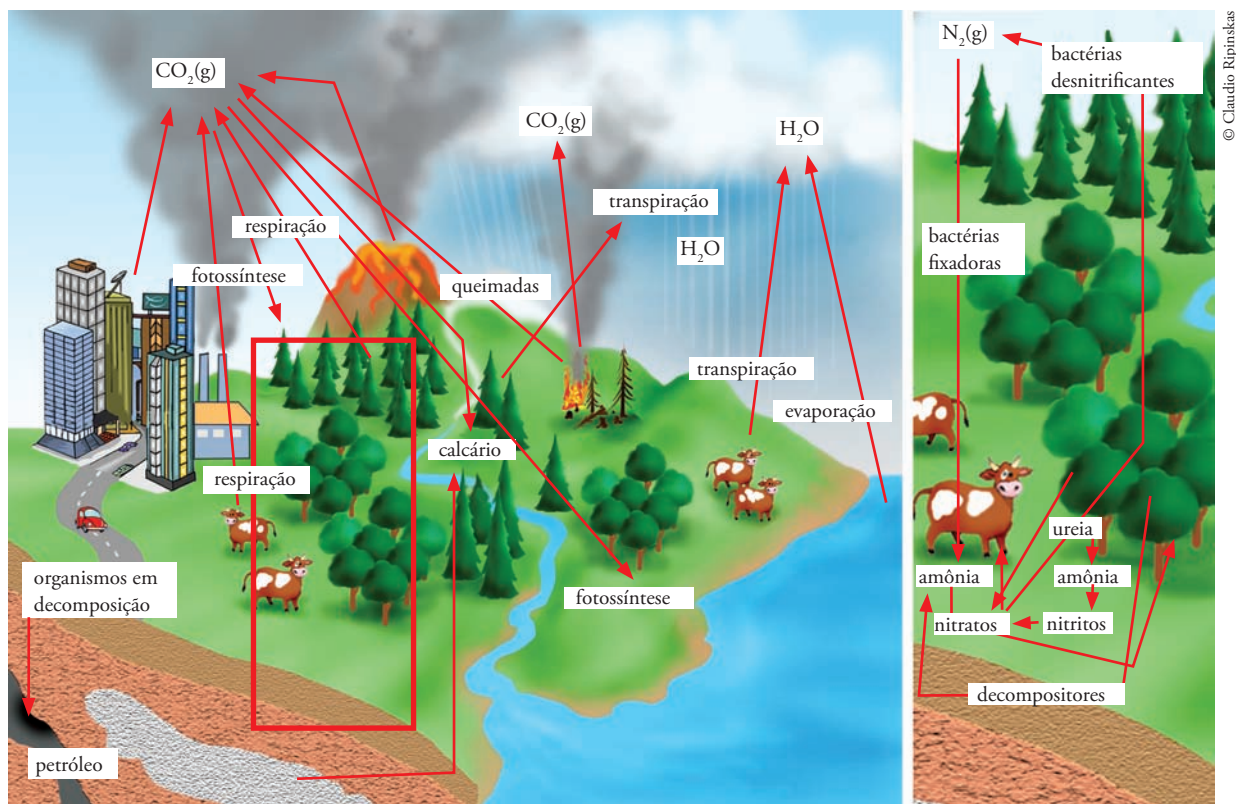
Você já estudou alguns impactos ambientais causados por ações humanas na atmosfera, como a intensificação do efeito estufa, o aumento da acidez da água da chuva etc. Vamos aprofundar esses assuntos estudando um pouco mais os desequilíbrios ambientais na atmosfera e discutindo como podemos contribuir para enfrentar esses problemas.

### Atividade 1 – Os ciclos da matéria e a existência de vida no planeta

Nesta atividade introdutória, vamos procurar compreender o papel do ar na troposfera (camada da atmosfera mais próxima da superfície terrestre) nos chamados **ciclos biogeoquímicos** – ciclos simultaneamente biológicos, geológicos e químicos –, os quais constituem os pilares básicos da vida e da sobrevivência do ser humano.

#### Questões para a sala de aula

A figura a seguir ilustra algumas relações entre os ciclos do carbono, do nitrogênio e da água ( $H_2O$ ). Em destaque, à direita, está uma parte do ciclo do nitrogênio. Considere essa figura para responder às questões propostas:



Acoplamento dos ciclos do carbono, do nitrogênio e da água.

1. A vida, pode-se dizer, está continuamente sendo recriada a partir dos mesmos átomos – carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) e nitrogênio (N) –, presentes nos principais constituintes da matéria viva: água, carboidratos, gorduras, proteínas e ácidos nucleicos. Assim, esses átomos fazem parte de um ciclo permanente. Analise a figura apresentada na página anterior e identifique, observando o sentido das setas, os materiais que são removidos da atmosfera e os que são a ela reconduzidos. Identifique também as suas fontes e os processos envolvidos. Nessas trocas, o que foi possível observar? Que espécies químicas constituem esses materiais?

---



---



---



---



---



---



---



---

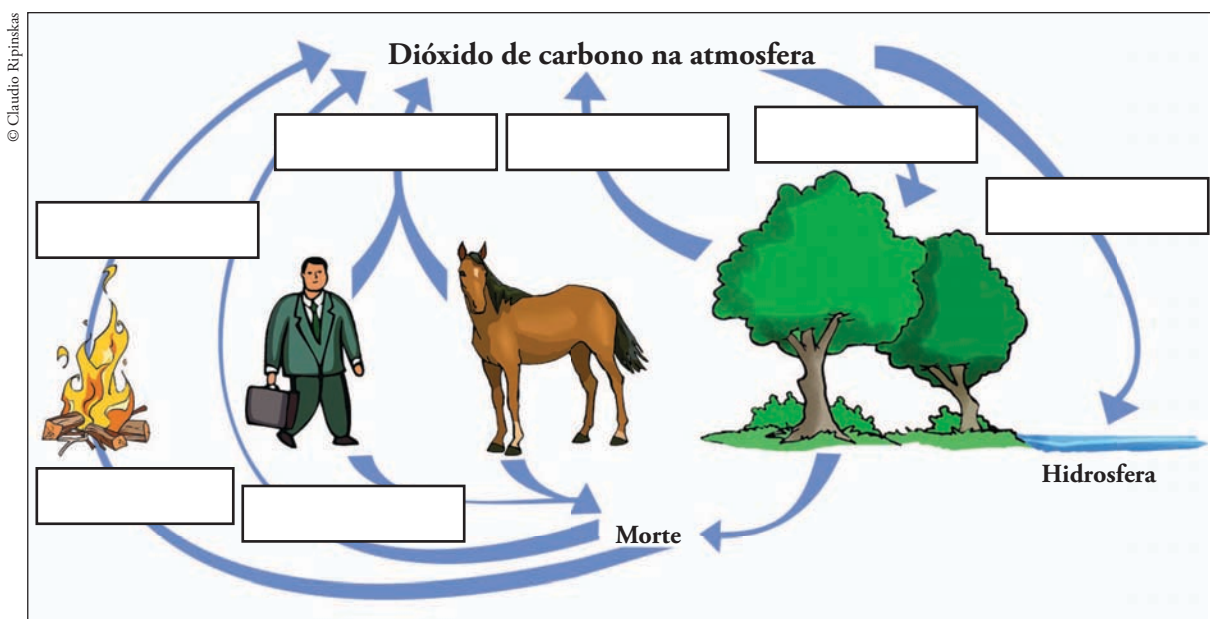


---



---

2. Os processos mostrados no desenho abaixo podem ser inseridos na figura que apresenta o acoplamento dos ciclos do carbono, do nitrogênio e da água. Preencha adequadamente os retângulos em branco, identificando os processos envolvidos. O que mostra essa ilustração? De acordo com a figura, descreva um dos processos de transporte do dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e explique como ele é absorvido e reconduzido à atmosfera.



3. Quais processos naturais podem estar associados à produção de dióxido de carbono e podem contribuir para alterar a concentração desse gás na atmosfera? Que atividades humanas podem estar associadas à emissão de  $\text{CO}_2$  e também contribuir para alterar a composição da atmosfera? Como? Utilize uma equação química capaz de representar o processo de produção desse gás.

4. Analisando a figura da questão 2, discuta o que pode acontecer se forem destruídas grandes áreas florestais. Como isso pode afetar a composição da atmosfera?

5. Descargas elétricas na atmosfera fornecem a energia necessária para a ocorrência de transformações químicas que resultam na fixação do nitrogênio na forma de nitratos. Localize, na ilustração apresentada (questão 1), esse trajeto do nitrogênio e represente, por equações químicas, as transformações envolvidas nesse processo.

---



---



---



---



---



---



---



---

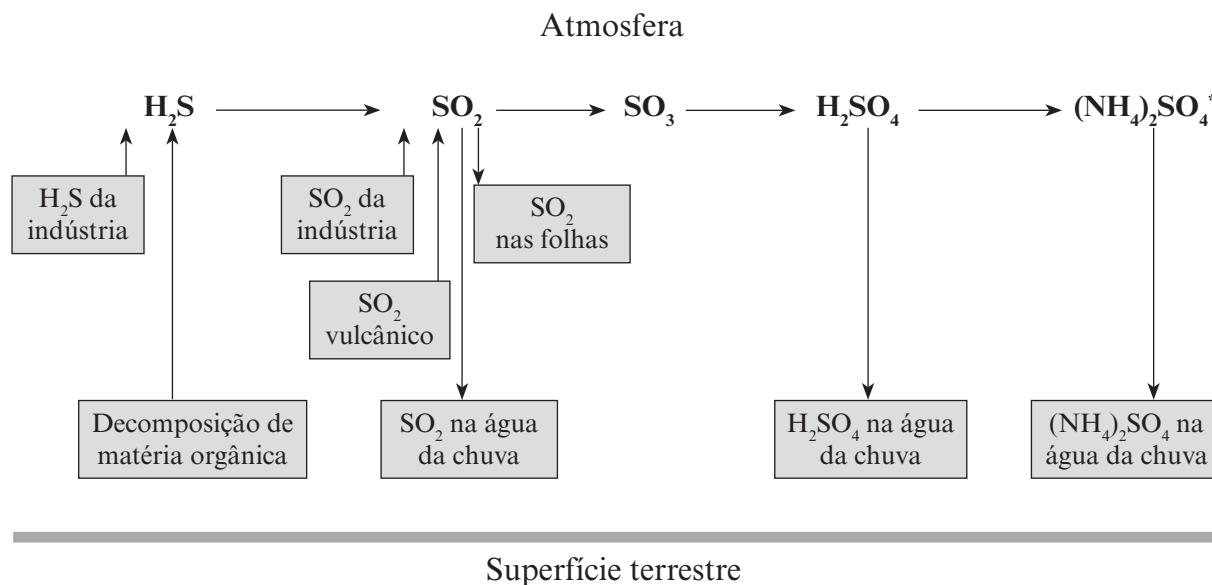


---



---

6. O esquema a seguir representa uma das rotas do elemento enxofre (S) na atmosfera. Descreva o trajeto do elemento enxofre, presente no composto sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ), quando ele é introduzido na atmosfera, sofre transformações e é reconduzido ao solo. Utilize equações químicas quando necessário.



\* O  $(NH_4)_2SO_4$  forma-se pela interação entre  $H_2SO_4$  e  $NH_3$  presentes na atmosfera. As fontes de  $NH_3$  atmosférico são a decomposição enzimática da ureia (urina, excrementos), a queima de biomassa e as perdas durante a aplicação e a produção de fertilizantes.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Desafio!**

O gás natural pode conter pequena quantidade de gás sulfeto de hidrogênio (gás sulfídrico,  $\text{H}_2\text{S}$ ). Este deve ser retirado antes do gás ser distribuído, pois, além de acelerar a corrosão dos tubos de distribuição, também produz dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) ao ser queimado. Considere  $48\,000\text{ m}^3$  de gás natural contendo 1% (em volume) de  $\text{H}_2\text{S}$ . Que volume de  $\text{SO}_2$  será liberado para a atmosfera na combustão total desse gás? Escreva a equação química da queima do gás sulfídrico. Leve em conta que, nas condições dessa queima, 1 mol de gás ocupa 24 L.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Atividade 2 – Atmosfera terrestre: composição e regiões**

1. Complete a tabela a seguir. Se achar necessário, recorra ao volume 1 desta série e pesquise qual é a composição do ar atmosférico.

<b>Composição do ar atmosférico isento de vapor de água (seco)</b>					
<b>Substâncias</b>	<b>Fórmulas</b>	<b>% em volume</b>	<b>Substâncias</b>	<b>Fórmulas</b>	<b>% em volume</b>
Nitrogênio	N <sub>2</sub>		Óxido de dinitrogênio	N <sub>2</sub> O	2 × 10 <sup>-5</sup>
Oxigênio	O <sub>2</sub>		Hidrogênio	H <sub>2</sub>	
Argônio	Ar		Xenônio	Xe	
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	3,14 × 10 <sup>-2</sup>	Ozônio	O <sub>3</sub>	7 × 10 <sup>-6</sup>
Neônio	Ne		Amônia	NH <sub>3</sub>	—
Hélio	He		Dióxido de enxofre	SO <sub>2</sub>	—
Metano	CH <sub>4</sub>	1,5 × 10 <sup>-4</sup>	Monóxido de carbono	CO	—
Criptônio	Kr				

2. Elabore um pequeno texto sobre a composição atmosférica, resumindo as ideias discutidas em aula.

---



---



---



---



---



---



---



---

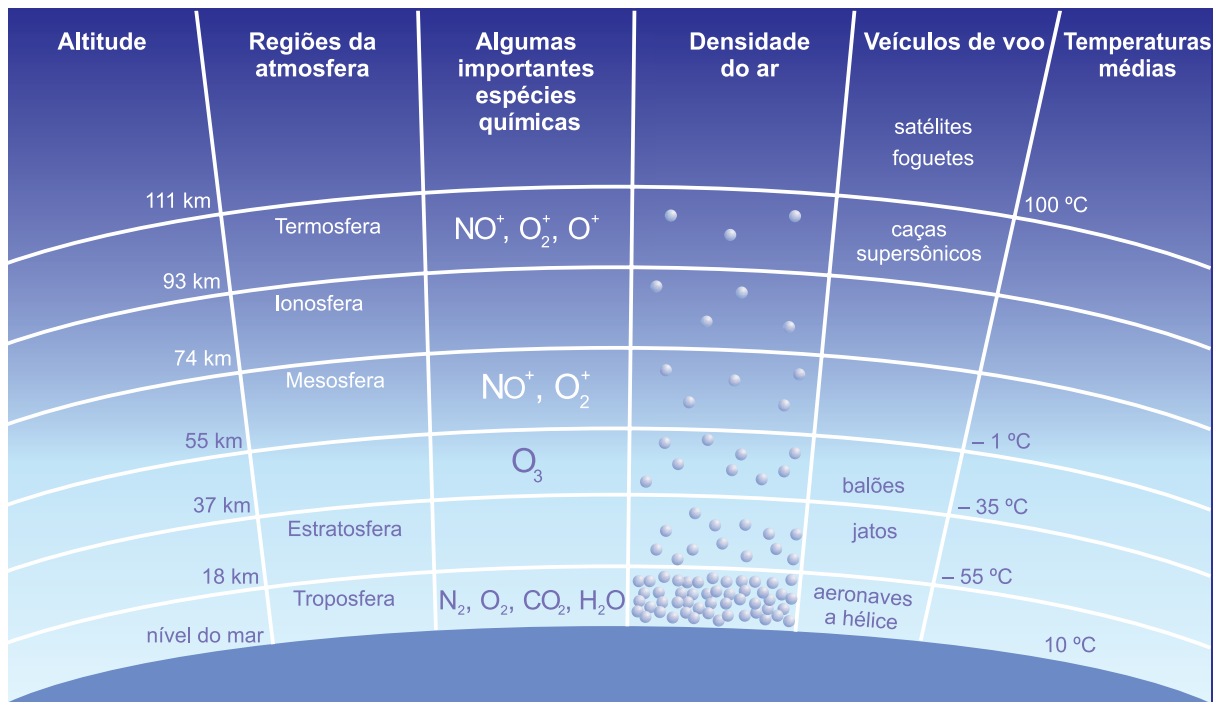




## LIÇÃO DE CASA



1. Observe a ilustração das regiões que compõem a atmosfera. Quais são as características das diferentes regiões atmosféricas em relação à densidade, a temperaturas médias e a espécies químicas que apresentam?



Regiões da atmosfera.

Fonte: *Interações e transformações: Química para o Ensino Médio, v. III. Guia do professor. Química e sobrevivência: atmosfera, fonte de materiais.* Org.: GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química). São Paulo: Edusp, 2001.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. De acordo com a orientação de seu professor, faça uma das seguintes pesquisas:

- a) Na atmosfera existe também o chamado **material particulado**, isto é, partículas sólidas em suspensão que podem acarretar contaminação ou poluição. Pesquise o que são essas partículas e quais suas possíveis fontes.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- b) Pesquise em que região da atmosfera ocorrem fenômenos meteorológicos como nuvens, ventos, chuvas, relâmpagos, tempestades, neblina, furacões etc.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Atividade 3 – Poluentes atmosféricos: tempo de permanência, solubilidade e interações na atmosfera

Os diversos materiais diretamente lançados na atmosfera (chamados de poluentes primários) podem ser transportados a diferentes regiões, com velocidades que variam de acordo com a topografia da região, com os ventos, com a temperatura e com a pressão; esses fatores influem no chamado **tempo de residência**.

### Questões para a sala de aula

1. O tempo de residência pode ser estimado pela equação:

$$\text{Tempo de residência na atmosfera} = \frac{\text{concentração de uma determinada espécie química}}{\text{velocidade com que a espécie é removida}}$$

Defina tempo de residência.

---



---



---

2. Utilizando o conceito de tempo de residência e as informações dadas na tabela a seguir, procure explicar os diferentes tempos de residência de alguns desses poluentes.

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

Alguns poluentes, possíveis fontes e tempo de residência na atmosfera			
Material	Fonte antropogênica	Fonte natural	Tempo de residência
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Queima de combustíveis	Degradação de matéria orgânica, respiração	4 anos
Monóxido de carbono (CO)	Veículos motorizados, combustões incompletas	Incêndios florestais	1 a 4 meses
Hidrocarbonetos	Veículos motorizados, evaporação de solventes, indústrias, combustão	Processos biológicos	3 a 16 anos

Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )	Queima de combustível fóssil, centrais termoelétricas e fábricas de ácido sulfúrico	Erupções vulcânicas	3 a 7 dias
Metano (CH <sub>4</sub> )	Agricultura, indústria e mineração	Decomposição bacteriana, jazidas de hulha, gás natural e petróleo	8 a 10 anos
Sulfeto de hidrogênio (H <sub>2</sub> S)	Indústria química	Erupções vulcânicas, processos biológicos	2 dias
Óxidos de nitrogênio	Combustão, processos industriais, incêndios florestais etc.	Processos biológicos, decomposição de compostos nitrogenados	4 dias
CFC-11 e CFC-12 (clorofluorcarbonetos)	Aerossóis, refrigeradores, solventes		CFC-11, 65 anos CFC-12, 130 anos

**Solubilidade de gases em cm<sup>3</sup>/100 cm<sup>3</sup> de água em determinada temperatura**

Poluentes	Temperatura	Solubilidade
NH <sub>3</sub> (amônia)	15 °C	727
CO <sub>2</sub> (dióxido de carbono)	25 °C	0,003
CO (monóxido de carbono)	25 °C	3,5
SO <sub>2</sub> (dióxido de enxofre)	0 °C	47
SO <sub>3</sub> (trióxido de enxofre)	–	Muito solúvel, forma H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
NO (monóxido de nitrogênio)	0 °C	7,34
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (trióxido de dinitrogênio)	–	Muito solúvel, forma HNO <sub>3</sub>
CH <sub>4</sub> (gás metano)	17 °C	3,5
H <sub>2</sub> S (sulfeto de hidrogênio)	0 °C	437
CFC-11 (triclorofluormetano)	–	Insolúvel
CFC-12 (diclorodifluormetano)	–	Insolúvel

Tabelas elaboradas especialmente para o São Paulo faz escola.

3. De acordo com o que foi discutido em aula e com outras informações que você possui, descreva o que poderá acontecer com os materiais lançados na atmosfera.

---

---

---

---

---

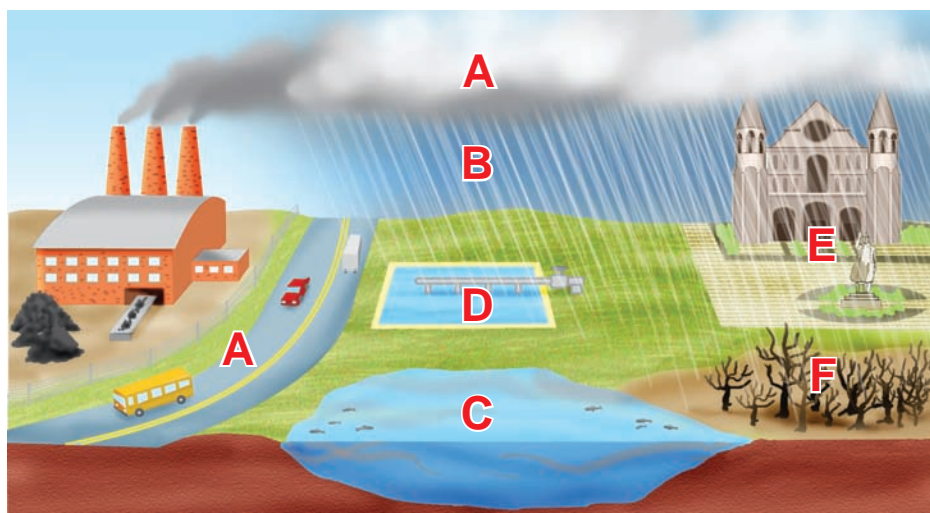
---

---

---

---

4. Analise a figura que representa alguns danos causados pela precipitação ácida. Quais danos correspondem às letras A, B, C, D, E e F?



---

---

---

---

---

---

---

---

---



## PESQUISA INDIVIDUAL

Procure saber por que o ozônio ( $O_3$ ) e o PAN (nitrato de peroxiacetila) são considerados poluentes secundários. Pesquise como são formados e escreva as equações que descrevem sua formação. Utilize o caderno de Química ou uma folha avulsa para produzir seu texto.



## APRENDENDO A APRENDER

A Cetesb (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo) estabelece parâmetros para medir a qualidade do ar em nosso Estado. No *site* <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar\\_boletim\\_estacoes.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_boletim_estacoes.asp)>, você pode encontrar a classificação diária da qualidade do ar. Tente interpretar essa qualidade em termos de concentração de poluentes, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Cetesb.

### Classificação da qualidade do ar utilizada pela Cetesb

Qualidade	Índice	MP <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	O <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CO (ppm)	NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Boa	0 - 50	0 - 50	0 - 80	0 - 80	0 - 4,5	0 - 100
Regular	51 - 100	> 50 - 150	> 80 - 365	> 80 - 160	> 4,5 - 9	> 100 - 320
Inadequada	101 - 199	> 150 e < 250	> 365 e < 800	> 160 e < 200	> 9 e < 15	> 320 e < 1130
Má	200 - 299	$\geq 250$ e < 420	$\geq 800$ e < 1600	$\geq 200$ e < 800	$\geq 15$ e < 30	$\geq 1130$ e < 2260
Péssima	$\geq 300$	$\geq 420$	$\geq 1600$	$\geq 800$	$\geq 30$	$\geq 2260$

Fonte: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb). Relatório da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo de 2007, p. 14. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/publicacoes.asp>>. Acesso em: 20 maio 2010.



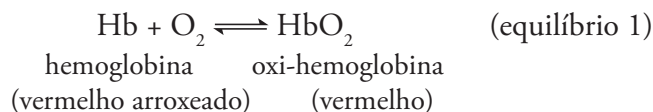
## Desafio!

“Quais são as consequências da presença do monóxido de carbono (CO) no ar que respiramos?”

Para responder a essa pergunta, resolva as questões\* a seguir:

\* *Interações e transformações*: Química para o Ensino Médio, v. II. Livro do aluno. Reelaborando conceitos sobre transformações químicas: cinética e equilíbrio. Org.: GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química). São Paulo: Edusp, 2005, p. 129.

1. O transporte de oxigênio ( $O_2$ ) dos pulmões às células do organismo dos vertebrados é uma das principais funções da hemoglobina do sangue. Esse transporte é feito por meio da interação da hemoglobina (Hb) com o  $O_2$  do ar inspirado. A hemoglobina forma com o oxigênio um complexo, a oxi-hemoglobina ( $HbO_2$ ).



Chegando às células do organismo, o oxigênio é liberado e o sangue arterial (vermelho) transforma-se em venoso (vermelho arroxeadado). A hemoglobina livre pode ser reutilizada no transporte de oxigênio. Considerando o equilíbrio representado em (1), que efeito será causado em um indivíduo se a concentração de  $O_2$  tornar-se muito baixa? Justifique.

---



---



---



---



---



---



---

2. Pessoas podem morrer envenenadas se existir CO em elevada concentração no ar (700 a 800 ppm), pois esse gás forma com a hemoglobina a carboxi-hemoglobina ( $HbCO$ ).



Essa transformação tem maior tendência a ocorrer do que a do  $O_2$  com a Hb. Sendo assim, como a formação de  $HbCO$  (equilíbrio 2) pode interferir no processo respiratório e na concentração de  $HbO_2$  a ponto de levar o indivíduo à morte?

---



---



---



---



---



---



---

3. A formação de HbCO pode ser desfavorecida quando se injeta azul de metileno diretamente na corrente sanguínea do indivíduo. Essa substância tem maior afinidade com o CO do que com a hemoglobina. De que modo o azul de metileno poderá interferir nos equilíbrios (1) e (2), impedindo a morte do indivíduo?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

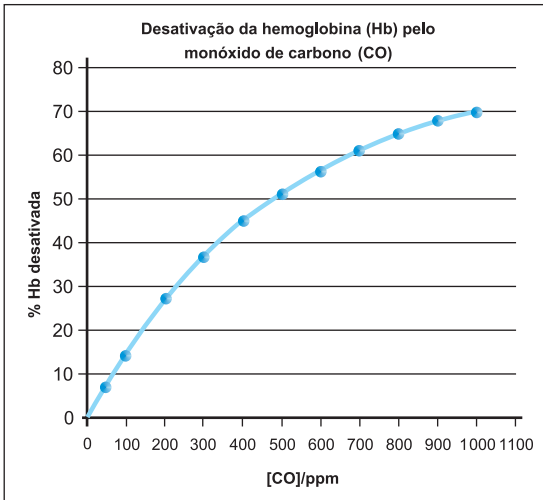
---

---

4. Considere as informações apresentadas a seguir:

Porcentagem de hemoglobina desativada	Sintomas
0 a 1,9	Nenhum
2 a 7,9	Diminuição da capacidade visual
8 a 13,9	Dor de cabeça
14 a 26,9	Tontura, fraqueza muscular
27 a 32,9	Vômito
33 a 64,9	Inconsciência
Acima de 65	Morte

Relação entre a porcentagem de hemoglobina desativada e os sintomas apresentados por seres humanos.	
Relação entre a porcentagem de hemoglobina desativada e a concentração de CO.	

Fonte: *Interações e transformações*: Química para o Ensino Médio, v. III. Guia do professor. Química e sobrevivência: atmosfera, fonte de materiais. Org.: GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química). São Paulo: Edusp, 2001, p. 33.

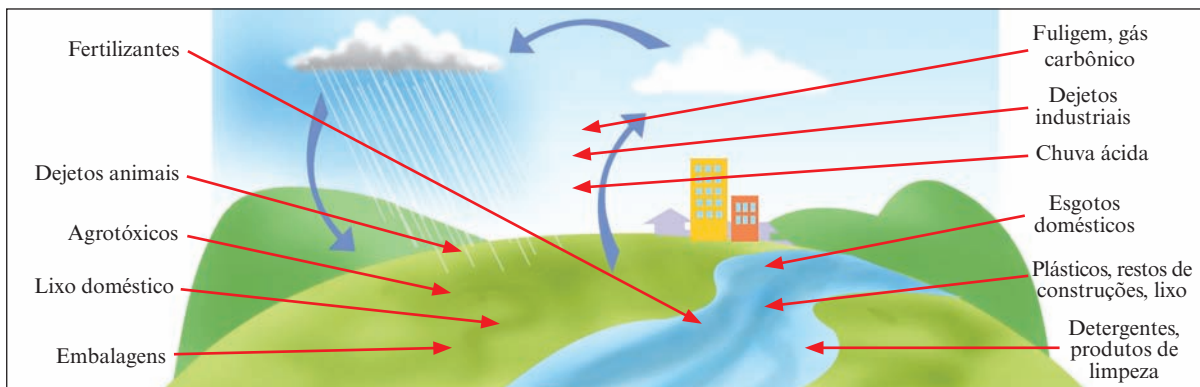




## Atividade 1 – Perturbações no ciclo da água

Você já pensou como as atividades que a sociedade realiza podem poluir o meio aquático?

### Questões para a sala de aula



1. Aponte materiais que são introduzidos no ambiente e que interagem com a água, provenientes de atividades domésticas, de transporte, industriais, agrícolas e outras. Aponte, também, possíveis problemas decorrentes dessas interações.

---



---



---



---



---



---



---



---

2. Tendo em vista os problemas discutidos, elabore um texto, em colaboração com seus colegas, mostrando como suas ações podem contribuir para a manutenção desses problemas e as possíveis consequências na qualidade da água.

---



---



---



---



---



---



---



---



## LIÇÃO DE CASA



A situação atual das bacias hidrográficas de São Paulo tem sido alvo de preocupações ambientais: a demanda hídrica é maior do que a oferta e ocorre excesso de poluição industrial e residencial. Um dos casos mais graves de poluição da água é o da Bacia do Alto Tietê, onde se localiza a região metropolitana de São Paulo. Os rios Tietê e Pinheiros estão muito poluídos, o que compromete o uso da água pela população. Avalie se as ações apresentadas abaixo são adequadas para se reduzir a poluição desses rios.

- I. Investir em mecanismos de reciclagem da água utilizada nos processos industriais.
- II. Investir em obras que viabilizem a transposição de águas de mananciais adjacentes para os rios poluídos.
- III. Implementar obras de saneamento básico e construir estações de tratamento de esgotos.

---

---

---

## Atividade 2 – Esgotos domésticos: tratamento e qualidade da água

Um dos grandes problemas ambientais é a poluição causada pelo despejo, sem critérios, de esgotos provenientes de dejetos humanos e animais nos recursos hídricos. Também muito se discute sobre o uso de detergentes de limpeza, que, segundo alguns pesquisadores, estão contribuindo para o aumento da concentração de íons fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) nas águas. Nesta atividade, vamos aprender mais sobre o tratamento de esgotos.

### Questão para a sala de aula

Levando em conta seus conhecimentos sobre a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), e considerando que os esgotos domésticos contêm grandes quantidades de substâncias orgânicas, quais seriam as consequências do lançamento desses esgotos sem tratamento nas águas dos rios?

---

---

---

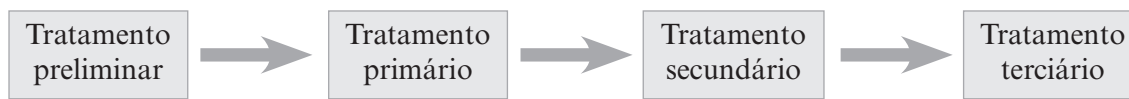
---

---



## PESQUISA INDIVIDUAL

O tratamento de esgoto, numa estação de tratamento (ETE), é feito em várias etapas, conforme o esquema a seguir. Cada etapa tem uma finalidade específica.



- Busque informações (em livros ou fazendo uma visita a uma estação de tratamento de esgoto) sobre as etapas dos tratamentos preliminar, primário e secundário.
- Anote as fontes de informação que você consultou.

Utilize o caderno de Química ou uma folha avulsa para produzir o seu texto.

### Questões para a sala de aula

1. Explique quais são as finalidades do tratamento preliminar.

---



---



---

2. Explique quais são as finalidades do tratamento primário e como é feito.

---



---



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Descreva os processos envolvidos no tratamento secundário do esgoto, apontando suas finalidades.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Apresente alguns dos processos que fazem parte do tratamento terciário do esgoto, de acordo com as pesquisas feitas por você e seus colegas. Discuta por que esses processos muitas vezes não são realizados.

---

---

---

---

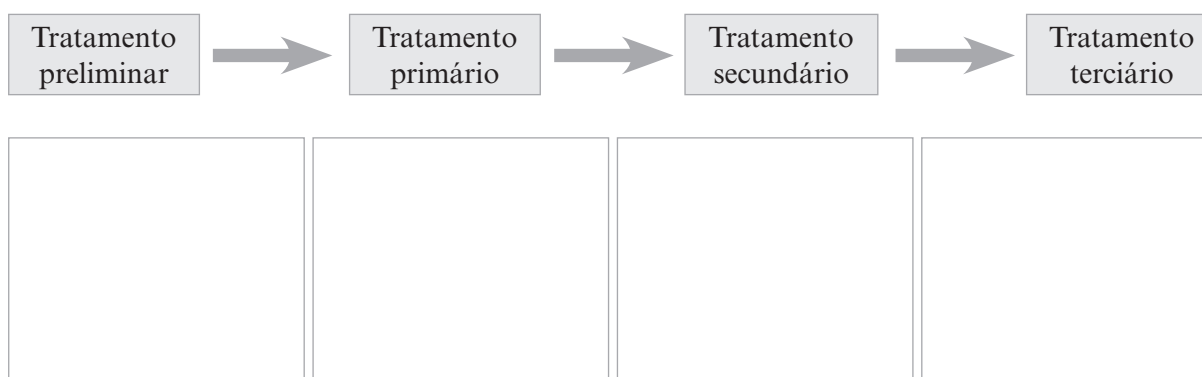
---



LIÇÃO DE CASA



1. Complete o quadro a seguir, apresentando, nas caixas correspondentes, as finalidades de cada etapa de tratamento do esgoto.



2. Indique e justifique a sequência em que ocorrem os acontecimentos abaixo, causados pelo lançamento, numa represa, de grande quantidade de esgoto com resíduos orgânicos:

- (1) proliferação de seres anaeróbios;
- (2) proliferação intensa de microrganismos;
- (3) aumento de matéria orgânica disponível;
- (4) diminuição da quantidade de oxigênio disponível na água;
- (5) morte dos seres aeróbios.

---



---



---



---

3. Três afirmações foram feitas sobre a consequência do despejo de esgotos sem tratamento em rios e lagoas:

- I. a quantidade de nutrientes orgânicos diminui;

- II. a taxa de fosfato e nitrato dos rios e lagoas aumenta;
- III. as águas podem ser contaminadas por organismos patogênicos.

Dessas afirmações:

- a) I e II estão corretas;
- b) I e III estão corretas;
- c) II e III estão corretas;
- d) apenas I está correta;
- e) as três estão corretas.



### Desafio!

A partir de uma visita a uma estação de tratamento de esgoto e seguindo as orientações de seu professor, selecione uma das situações apresentadas abaixo e faça o que se pede.

#### 1) Conhecendo o saneamento básico na cidade

Procure conhecer a situação de sua cidade com relação aos seguintes aspectos:

- quantidade de domicílios atendidos pela rede coletora;
- condições de descarte do esgoto coletado;
- existência de estação de tratamento e processos utilizados.

Elabore um relatório para apresentar à classe.

#### 2) Esgotos e DBO

Procure relacionar o lançamento de esgotos domésticos tratados e não tratados com a demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Em caso de dúvida, veja o Caderno do Aluno da 2ª série, volume 1.

Se existem rios em sua região, procure coletar dados referentes a eles.

Você pode elaborar esquemas e gráficos que representem a variação da concentração de oxigênio dissolvido na água do rio desde o lançamento do esgoto até diferentes regiões mais afastadas desse ponto.

Elabore um painel sobre o tema “Morte e vida de um rio”, mostrando como um rio pode morrer e como poderia se autodepurar ou, metaforicamente, renascer.

### Atividade 3 – A presença de íons fosfato na água

A presença de grandes quantidades de íons fosfato nas águas é considerada um problema ambiental. Nesta Atividade, você vai conhecer alguns dos problemas de poluição causados pelo aumento da quantidade de íons fosfato nas águas.



#### Leitura e Análise de Texto

13 abril 2005

#### Rios sem espumas – Resolução Conama determina redução de fósforo de sabão e detergente

Os fabricantes de sabões e detergentes em pó terão três anos para reduzir em 1,5% a concentração de fósforo na fórmula de seus produtos. A medida, aprovada no Conama – Conselho Nacional de Meio Ambiente, no dia 29/3, visa reduzir a quantidade dessa substância nos rios brasileiros, de uma média de 64 toneladas por dia para 46 toneladas por dia, para melhorar a qualidade da água. Após três anos, a medida será reavaliada.

[...]

O fósforo limita os processos ecológicos. Em excesso, pode levar à eutrofização, ou seja, provoca o enriquecimento da água com nutrientes que favorecem a proliferação de algas tóxicas. Além de servir de criadouros para vetores de doenças, dar gosto ruim e mudar a coloração da água, essas plantas afetam turbinas, hélices de motores e a navegação. “A Resolução vai impedir que ocorram, por exemplo, problemas como o que vimos em São Paulo, em 2003”, disse o diretor do Conama, Nilo Diniz, ao lembrar a espuma que se formou no Rio Tietê e invadiu a cidade de Pirapora do Bom Jesus, em decorrência da grande concentração de poluentes na água.

O fósforo, junto com o nitrogênio, encontrado nos agrotóxicos e nas fezes, despejados sem tratamento nos rios pelos esgotos domésticos, é um dos principais responsáveis pela poluição dos rios brasileiros. A redução do fósforo nas fórmulas de sabões e detergentes em pó é um primeiro passo no sentido de minimizar os efeitos dessa poluição.

[...]

Fonte: Conama. Ministério do Meio Ambiente.

#### Questões para análise do texto

1. Quais são as principais fontes de compostos de fósforo nos rios brasileiros?

---



---



---



2. Qual é a quantidade do elemento fósforo lançada nos rios anualmente?

---

---

3. Qual é a medida proposta pelo Conama visando controlar o lançamento de fósforo nos rios?

---

---

---

4. Qual é a porcentagem de redução do elemento fósforo esperada com a adoção da medida?

---

---

5. Que efeitos o elemento fósforo pode causar nas águas?

---

---

---

6. Quais são as possíveis fontes do elemento nitrogênio nas águas?

---

---

7. O que é eutrofização?

---

---

---

8. Escreva o nome e a fórmula da substância que contém fósforo, geralmente utilizada nos detergentes empregados para lavar roupa.

---

---

---

---

---

## Atividade 4 – Outros aspectos da poluição das águas: sugestões de temas para estudo



### PESQUISA INDIVIDUAL

Para ampliar seus conhecimentos sobre a poluição das águas, são sugeridos alguns temas para que você procure informações e discuta com seus colegas. Seguindo as orientações de seu professor, prepare um trabalho escrito sobre um dos temas sugeridos a seguir. Você pode, também, sugerir outro tema relacionado ao estudo da poluição das águas que você gostaria de estudar. Consulte seu professor sobre a conveniência de pesquisar tal tema.

#### Temas sugeridos:

- Contaminação das águas por defensivos agrícolas.
- Contaminação das águas por metais pesados.
- Derramamento de petróleo nos mares.



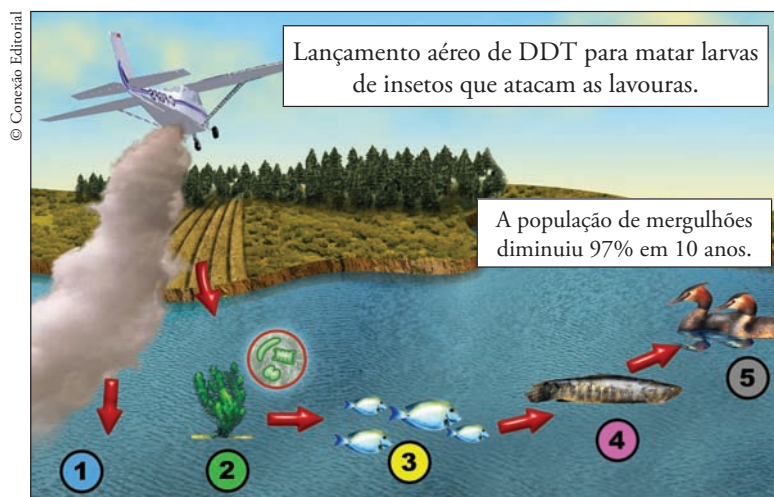
### SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3 PERTURBAÇÕES NA BIOSFERA

Muitos são os impactos causados por atividades humanas na biosfera. Atualmente, é grande a discussão sobre o lixo e sobre o impacto do descarte de plásticos no ambiente, sua reciclagem e reutilização. Nesta Situação de Aprendizagem, vamos discutir as perturbações causadas pelo uso de pesticidas e pelo acúmulo de materiais plásticos descartados no meio ambiente.

#### Atividade 1 – Pesticidas e bioacumulação

##### Questões para a sala de aula

1. Observe a figura a seguir. Como se dá a bioacumulação do DDT nos diversos níveis tróficos?



	1. Água	2. Fitoplâncton e vegetais aquáticos	3. Peixes herbívoros	4. Peixes carnívoros	5. Mergulhões
DDT/ppm	0,00005	0,04	0,2 a 1,2	1 a 2	3 a 76

2. Você acha que, quando se fala em dedetizar uma residência, o pesticida a ser usado será o DDT?

3. Agora, leia a informação a seguir e responda novamente à questão 2:

A Lei nº 11.936, de 14 de maio de 2009, em seu Art. 1º, proíbe, em todo o território nacional, a fabricação, a importação, a exportação, a manutenção em estoque, a comercialização e o uso do diclorodifeniltricloroetano (DDT). Em seu Art. 2º, determina que todos os estoques de produtos contendo DDT, existentes no país à data de publicação desta lei, devem ser incinerados no prazo de 30 (trinta) dias, tomadas as devidas cautelas para impedir a poluição do ambiente e riscos para a saúde humana e animal.

Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Lei/L11936.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11936.htm)>. Acesso em: 8 jun. 2010.

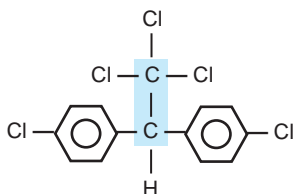


LIÇÃO DE CASA



Assim como o DDT, as moléculas de gordura apresentam baixa solubilidade em água.

Com base nessa informação, procure explicar por que, quanto maior o nível em que o organismo se situa na cadeia alimentar (nível trófico), maiores as concentrações de DDT que nele podem ser encontradas.




---



---



---



---



---

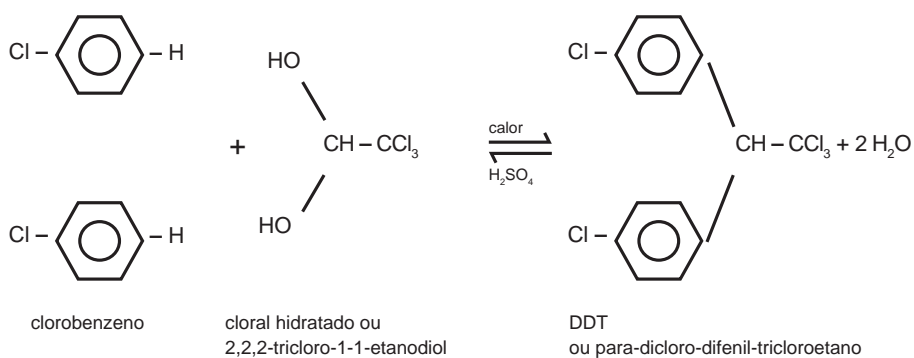


---



**Desafio!**

A equação abaixo descreve a obtenção do DDT:



Os dados da tabela que segue informam que o DDT e o clorobenzeno são praticamente insolúveis em água. Considerando essa informação, o que se pode fazer para separar o DDT das outras espécies que coexistem no equilíbrio químico descrito?

Dados:

Substância	TF (°C)	TE (°C) a 1 atm	d (g/cm <sup>3</sup> ) a 25 °C	Solubilidade a 25 °C
Clorobenzeno	-45	131	1,11	Muito pouco solúvel em água
DDT	106,5	260	1,60	Solúvel em clorobenzeno, muito pouco solúvel em água
Água	0	100	1,00	Muito pouco solúvel em clorobenzeno
Cloral hidratado	57	98	1,91	Muito solúvel em água
Ácido sulfúrico	10,3	337	1,83	Muito solúvel em água

### Tomando posição:

Leia as informações relativas ao DDT fornecidas a seguir.

1. A síntese do DDT é simples e sua produção é barata.
2. Quando seu uso foi iniciado, o DDT não apresentou efeitos em populações humanas, parecendo matar somente insetos.
3. A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o uso de DDT para matar o mosquito da malária.
4. O DDT é bastante resistente no ambiente, e sua degradação é muito lenta. Isso significa que, mesmo após a aplicação, continua agindo por ação residual, não necessitando de outras reaplicações durante um bom período de tempo.
5. O DDT se bioacumula ao longo da cadeia alimentar.
6. Algumas populações de insetos se tornaram resistentes ao DDT. Algumas espécies de moscas sofreram mutações, produzindo enzimas que catalisam a transformação do DDT em DDE.
7. Ao longo do tempo, a eficácia de diversos pesticidas, entre eles o DDT, diminui.
8. A pulverização por aviões faz com que o pesticida permaneça no ar por determinado tempo

e – dependendo das condições climáticas, da forma de aplicação, da altura em que é aplicado e da velocidade de pulverização – até 50% pode cair em outros locais, inclusive em corpos d'água.

9. Há países onde o uso do DDT é ilegal; alguns desses países, entretanto, são fabricantes e exportadores desse pesticida.
10. O DDT não foi banido em muitos países, principalmente nos subdesenvolvidos e tropicais, onde a incidência de malária, tifo e febre amarela é grande.
11. Sem o uso de agrotóxicos, a produção de alimentos requerida para suprir as necessidades humanas atuais está comprometida.
12. Reações alérgicas na pele, cânceros no fígado e efeito mutagênico são consequências comprovadas do DDT em seres humanos. O DDT é considerado possivelmente cancerígeno.

Levando em conta essas informações, você:

1. Permitiria o uso de DDT para o combate à malária em países onde a incidência dessa doença é alta?

---



---



---



---

2. Seria contra ou a favor da produção de DDT em seu país, caso o produto fosse destinado unicamente à exportação?

---



---



---



## PESQUISA INDIVIDUAL

O DDT faz parte da classe de pesticidas chamados de organoclorados. Há outras classes de pesticidas: os organofosforados e os carbamatos. Para ampliar seus conhecimentos sobre pesticidas, procure informações sobre eles. Consulte seu professor sobre a conveniência de pesquisar tal tema. Utilize o caderno de Química ou uma folha avulsa para produzir o seu texto.

## Atividade 2 – Uso e reconhecimento de plásticos



### Leitura e Análise de Texto

Em Florianópolis, foi sancionada a Lei nº 7.627, de 12 de maio de 2008, que entrou em vigor em 19 de maio, a qual, em seu artigo 3º, diz o seguinte: “As sacolas e os sacos plásticos devem atender aos seguintes requisitos: degradar ou desintegrar por oxidação em fragmentos em um período de tempo não superior a dezoito meses [...]” As empresas terão até um ano para substituir 100% das sacolas utilizadas, o que pode ser feito escalonadamente: 40% em até quatro meses e 80% em até oito meses. A fiscalização será feita pela Vigilância Sanitária do município.

(Disponível em: <[http://www.pmf.sc.gov.br/portal/meioambiente/pdf/legislacao/lei7627\\_08.pdf](http://www.pmf.sc.gov.br/portal/meioambiente/pdf/legislacao/lei7627_08.pdf)>. Acesso em: 8 jun. 2010.

### Questões para análise do texto

1. O plástico representa em média 18% do lixo total, e a cidade de São Paulo gerou, em 2006, cerca de 13 mil toneladas de lixo domiciliar e comercial por dia (além de lixo industrial, resíduos de construção, lixo de estabelecimentos de saúde, lixo tecnológico e outros), o que significa 2 340 toneladas de plásticos, que demorarão mais de 100 anos para se degradar. A densidade dos plásticos gira entre 0,9 e 1,4 g/cm<sup>3</sup>.

Calcule o volume mínimo, em metro cúbico, que o plástico pode representar nos lixões e aterros.

---



---



---



---



---

2. Os plásticos, quando separados, podem ser reciclados ou incinerados. O lixo hospitalar deve ser incinerado. Alguns tipos de plástico, como garrafas PET, plásticos PEAD, PEBD, PVC, PP e PS podem ser reciclados. Quais são as vantagens e desvantagens da incineração?

---



---



---



---



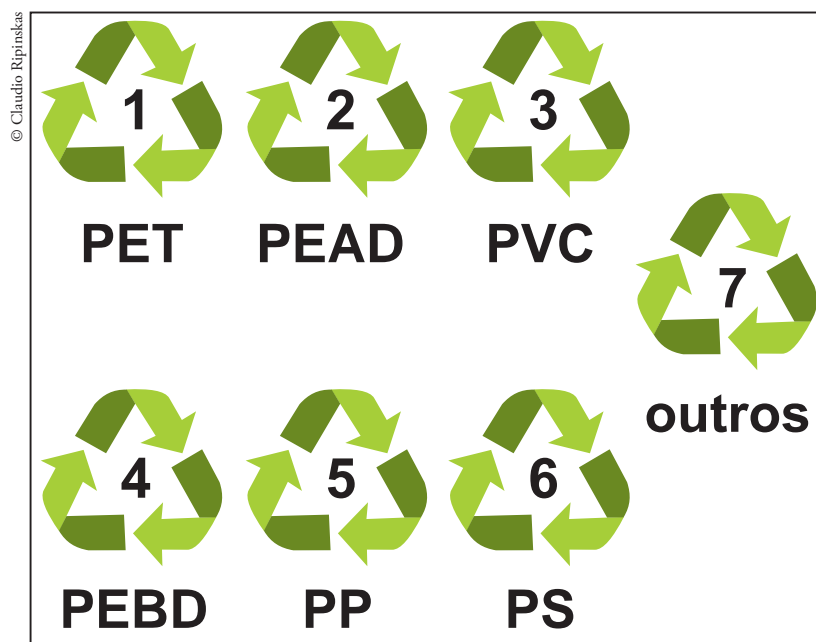
---



## PESQUISA EM GRUPO

O tempo de degradação de plásticos varia bastante: garrafas PET, sacos e sacolas plásticas levam, em geral, mais de 100 anos para se degradar; pneus, isopor e esponjas não têm tempo determinado para se degradar. A reciclagem e a reutilização são alternativas para lixos plásticos. Para ser reciclados, os plásticos devem ser separados com base no polímero de origem. Muitas empresas de reciclagem trabalham apenas com resíduos industriais, pois estes apresentam qualidade garantida em relação à homogeneidade e à contaminação por outros plásticos ou materiais.

Muitos materiais plásticos já apresentam, no rótulo ou no próprio artefato, o código internacional que indica o polímero usado ou o polímero preponderante.



Código internacional para a identificação de plásticos.

Como separar plásticos que não apresentem identificação?

Com base nas informações das tabelas a seguir, você deve, com seu grupo, propor um procedimento que permita a separação e a identificação de quatro tipos de plástico, formados por PET, PP, PEAD e PS.

De acordo com as orientações de seu professor e com as condições materiais disponíveis, você e seu grupo poderão testar se o procedimento proposto permite a separação desses plásticos.



Tabela 1 – Densidades de materiais plásticos

Plástico		Densidade g/cm <sup>3</sup> (25 °C)
Sigla	Nome	
PP	polipropileno	0,900 a 0,910
PEBD	polietileno de baixa densidade	0,910 a 0,930
PEAD	polietileno de alta densidade	0,940 a 0,960
Água		1,000
PS	poliestireno	1,040 a 1,080
PC	policarbonato	1,200
PET	polietilenotereftalato	1,220 a 1,400
PVC	policloreto de vinila	1,220 a 1,400

Tabela 2 – Densidade de soluções a 25 °C

Etanol C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH (% em massa)	Densidade da solução aquosa de etanol (g/cm <sup>3</sup> )	Cloreto de sódio NaCl (% em massa)	Densidade da solução aquosa de cloreto de sódio (g/cm <sup>3</sup> )
11	0,98	4	1,025
24	0,96	8	1,054
36	0,94	12	1,083
48	0,92	16	1,114
58	0,90	20	1,145



## LIÇÃO DE CASA



1. Pesquise os monômeros de origem dos diferentes plásticos descritos e, no seu caderno, escreva as equações químicas que descrevem suas reações de polimerização.
2. Pesquise os aspectos visuais, algumas aplicações e o comportamento desses polímeros quanto à inflamabilidade. Anote os resultados da pesquisa no seu caderno.

O que eu aprendi...

.....

.....

.....

.....

.....

.....



#### SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 CONTRIBUIÇÕES PARA A DIMINUIÇÃO DA POLUIÇÃO NO PLANETA

Nesta Situação de Aprendizagem você poderá refletir, discutir, avaliar e propor intervenções que resultem na diminuição da poluição no planeta. Seguindo as orientações de seu professor, selecione uma das situações apresentadas a seguir para procurar informações e respostas.



#### PESQUISA INDIVIDUAL

##### 1 – Poluição atmosférica: causas, efeitos e intervenções sociais

- O que é o *smog* fotoquímico e o que podemos fazer para diminuir esse problema nas grandes cidades?
- O que é o efeito estufa? Poderia haver vida na Terra sem ele? Quais são as causas prováveis da atual intensificação do efeito estufa? Há relação entre o efeito estufa e o aquecimento global? O que se pode fazer, individual ou coletivamente, para reverter esse quadro? (Consultar a *Agenda 21* e o *Protocolo de Kyoto*.)
- O que é a camada de ozônio na estratosfera? Qual é sua importância? Quais são as prováveis causas para a sua destruição? Quais são os efeitos da diminuição dessa camada para a saúde dos seres vivos? O que se pode fazer para minimizar esses efeitos?
- O que é a chuva ácida? Quais são as causas e os efeitos no meio ambiente do aumento da acidez da chuva? O que se pode fazer para reduzir a acidez das chuvas?

## 2 – Pesticidas

Pesquise no que consistem as ações abaixo descritas e avalie vantagens e desvantagens de seus usos como substitutos à utilização de pesticidas sintéticos.

- Substituição de adubo químico por adubação orgânica.
- Uso de plantas atraentes, repelentes e companheiras e controle de pragas por substâncias sexotrativas.
- Introdução de espécies predadoras de pragas, incluindo parasitas, e espécies patogênicas (discussão controversa, pois essa introdução pode causar desequilíbrios futuros).
- Uso de sementes geneticamente modificadas, resistentes às pragas que normalmente ocorrem na região do cultivo (discussão controversa, pois essas plantas concorrem com as espécies nativas, podendo chegar a exterminá-las).

## 3 – Lixo e poluição: o que se pode fazer?

- Busque informações sobre a quantidade anual de lixo produzida no seu município e onde esse lixo é depositado ou incinerado. Procure conhecer a diferença entre aterro sanitário e lixão. Faça uma estimativa da porcentagem de materiais plásticos nesse lixo. Faça propostas concretas para diminuir o volume de lixo.
- Procure informações sobre os custos e benefícios da incineração e da deposição do lixo em aterros sanitários. Procure saber também quais os problemas causados por lixões.
- Discuta as vantagens da instalação de biodigestores em aterros sanitários.

## 4 – Poluição do Rio Tietê: analisando a situação atual e propondo soluções

- Pesquise sobre as fontes de poluição do Rio Tietê, em vários municípios por onde passa, e discuta propostas de melhoria da qualidade da água, como o aumento da calha; a floculação; a fiscalização de despejo de esgotos clandestinos e de efluentes industriais não tratados; o aumento de estações de tratamento de esgoto etc.
- Caso a sua cidade seja cortada por um rio, discuta a viabilidade da implantação das propostas citadas em seu município. Como a comunidade poderia participar?



## VOCÊ APRENDEU?



1. A quantidade máxima de fósforo (P) permitida em águas doces destinadas ao abastecimento para consumo humano é de 0,020 mg/L. Considere os dados a seguir, relativos à análise de amostras de água de três reservatórios diferentes, e aponte quais das amostras obedecem à legislação para o fósforo.

Amostra	Volume da amostra (mL)	Quantidade de fósforo (mg)
1	100	$1,4 \cdot 10^{-3}$
2	200	$2,5 \cdot 10^{-2}$
3	50	$0,7 \cdot 10^{-3}$

---



---



---



---



---

2. (Enem – 2008) A Lei Federal nº 11.097/2005 dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira e fixa em 5%, em volume, o percentual mínimo obrigatório a ser adicionado ao óleo diesel vendido ao consumidor. De acordo com essa lei, o biocombustível é “derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”. A introdução de biocombustíveis na matriz energética brasileira:
- colabora na redução dos efeitos da degradação ambiental global produzida pelo uso de combustíveis fósseis, como os derivados do petróleo;
  - provoca uma redução de 5% na quantidade de carbono emitido pelos veículos automotores e colabora no controle do desmatamento;
  - incentiva o setor econômico brasileiro a se adaptar ao uso de uma fonte de energia derivada de uma biomassa inesgotável;
  - aponta para pequena possibilidade de expansão do uso de biocombustíveis, fixado, por lei, em 5% do consumo de derivados do petróleo;

- e) diversifica o uso de fontes alternativas de energia que reduzem os impactos da produção do etanol por meio da monocultura da cana-de-açúcar.
3. (Enem – 1998) 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 8 h)
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)

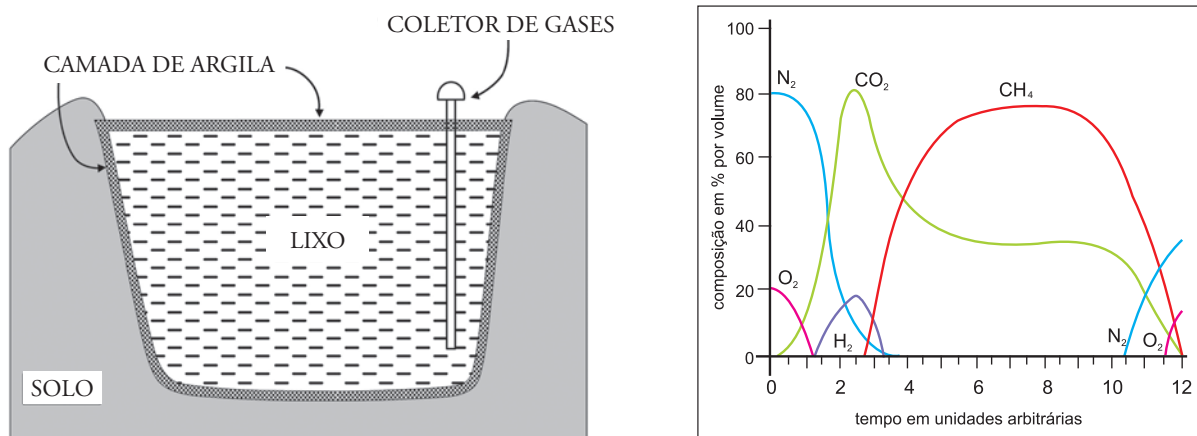
Para analisar os efeitos do CO sobre os seres humanos, dispõe-se dos seguintes dados:

Concentração de CO (ppm)	Sintomas em seres humanos
10	Nenhum
15	Diminuição da capacidade visual
60	Dor de cabeça
100	Tontura, 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:

- não apresentar nenhum sintoma;
- ter sua capacidade visual alterada;
- apresentar fraqueza muscular e tontura;
- ficar inconsciente;
- morrer.

4. (Comvest – Vestibular Unicamp – 1999) Em um aterro sanitário, o lixo urbano é enterrado e isolado da atmosfera por uma camada de argila, conforme vem esquematizado na figura abaixo. Nestas condições, microrganismos decompõem o lixo proporcionando, entre outras coisas, o aparecimento de produtos gasosos. O gráfico abaixo ilustra a composição dos gases emanados em função do tempo.



- a) Em que instante do processo a composição do gás coletado corresponde à do ar atmosférico?

---



---



---

- b) Em que intervalo de tempo prevalece a atividade microbiológica anaeróbica? Justifique.

---



---



---

- c) Se você quisesse aproveitar, como combustível, o gás emanado, qual seria o melhor intervalo de tempo para fazer isso? Justifique sua resposta e escreva a equação química da reação utilizada na obtenção de energia térmica.

---



---



---

5. (Fuvest – 1997) Em uma indústria, um operário misturou, inadvertidamente, polietileno (PE), policloreto de vinila (PVC) e poliestireno (PS), limpos e moídos. Para recuperar cada um desses polímeros, utilizou o seguinte método de separação: jogou a mistura em um tanque contendo água (densidade = 1,00 g/cm<sup>3</sup>) separando, então, a fração que flutuou (fração A) daquela que foi

ao fundo (fração B). A seguir, recolheu a fração B, secou-a e jogou-a em outro tanque contendo solução salina (densidade = 1,10 g/cm<sup>3</sup>), separando o material que flutuou (fração C) daquele que afundou (fração D).

Fórmula do polímero	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )
$\left[ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$ (polietileno, PE)	0,91 a 0,98
$\left[ \begin{array}{c} \text{CH} - \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$ (poliestireno, PS)	1,04 a 1,06
$\left[ \begin{array}{c} \text{CH} - \text{CH}_2 \\   \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$ (policloreto de vinila, PVC)	1,35 a 1,42

As frações A, C e D eram, respectivamente:

- a) PE, PS e PVC      b) PS, PE e PVC      c) PVC, PS e PE  
 d) PS, PVC e PE      e) PE, PVC e PS



## PARA SABER MAIS

### Artigo de revista

- GUIMARÃES, José R.; NOUR, Edson A. A. Tratando nossos esgotos: processos que imitam a natureza. *Caderno Temático de Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 1, p. 19-30, maio 2001. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/>>. Acesso em: 20 maio 2010. Este caderno trata de Química Ambiental e traz vários artigos interessantes.

### Livros

- BAIRD, Colin. *Química ambiental*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. Traz uma discussão sobre a Química e o ambiente, dando subsídios para a compreensão de temas atuais como o agravamento do efeito estufa, o gerenciamento de resíduos e o tratamento de águas subterrâneas e residuais, entre outros.

- CANTO, Eduardo L. *Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?* São Paulo: Moderna, 1995. (Coleção Polêmica). Oferece subsídios a estudantes e leigos que possibilitam entender a polêmica a respeito do uso de materiais plásticos apesar de serem agentes poluidores.
- TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; SILVA, R. R. *O azul do planeta: um retrato da atmosfera terrestre*. 5. ed. São Paulo: Moderna, 1997. Elucida temas que estão diretamente relacionados com a poluição atmosférica, como a intensificação do efeito estufa, o aumento da acidez das chuvas, o depauperamento da camada de ozônio, a formação de ciclones, o efeito *el niño*, neblinas químicas e inversões térmicas, entre outros.

**Sites**

- Em <<http://server2.iq.ufjf.br/~almenara/fotosintese.htm>> pode-se obter informações mais detalhadas sobre como se acredita que a fotossíntese ocorra. Acesso em: 20 maio 2010.
- CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Informações sobre as variáveis de qualidade das águas. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em: 20 maio 2010.
- No *site* da Cetesb, pode-se ainda encontrar amplas informações relativas ao ar, aos solos, à tecnologia, à água e ao saneamento e controle da qualidade ambiental. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 20 maio 2010.

**Tabela periódica**

© Claudio Ripinskas

1 1A											18 8A								
1 1H Hidrogênio	2 2A	Elementos de transição										13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	18 8A		
3 3Li Lítio	4 4Be Berílio	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9	10	11 1B	12 2B	13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	18 8A		
11 11Na Sódio	12 12Mg Magnésio	19 19K Potássio	20 20Ca Cálcio	21 21Sc Escândio	22 22Ti Titânio	23 23V Vanádio	24 24Cr Cromio	25 25Mn Manganês	26 26Fe Ferro	27 27Co Cobalto	28 28Ni Níquel	29 29Cu Cobre	30 30Zn Zinco	31 31Ga Gálio	32 32Ge Germânio	33 33As Arsênio	34 34Se Selênio	35 35Br Bromo	36 36Kr Criptônio
37 37Rb Rubídio	38 38Sr Estrôncio	39 39Y Ítrio	40 40Zr Zircônio	41 41Nb Nióbio	42 42Mo Molibdênio	43 43Tc Tecnécio	44 44Ru Rutênio	45 45Rh Ródio	46 46Pd Paládio	47 47Ag Prata	48 48Cd Cádmio	49 49In Índio	50 50Sn Estanho	51 51Sb Antimônio	52 52Te Telúrio	53 53I Iodo	54 54Xe Xenônio		
55 55Cs Césio	56 56Ba Bário	Série dos Lantanídeos 57-71		72 72Hf Háfnio	73 73Ta Tântalo	74 74W Tungstênio	75 75Re Rênio	76 76Os Osmio	77 77Ir Iridio	78 78Pt Platina	79 79Au Ouro	80 80Hg Mercúrio	81 81Tl Tálio	82 82Pb Chumbo	83 83Bi Bismuto	84 84Po Polônio	85 85At Astato	86 86Rn Radônio	
87 87Fr Frâncio	88 88Ra Rádio	Série dos Actinídeos 89-103		104 104Rf Rutherfordio	105 105Db Dúbnio	106 106Sg Seabórgio	107 107Bh Bório	108 108Hs Hássio	109 109Mt Meitnério	110 110Ds Darmstádio	111 111Rg Roentgênio	112 112Cn Copernício							

Massa atômica  
Símbolo  
Nº atômico  
Nome do elemento

Elétrons nas camadas

**Série dos Lantanídeos**

57 57La Lantânio	58 58Ce Cério	59 59Pr Praseodímio	60 60Nd Neodímio	61 61Pm Promécio	62 62Sm Samário	63 63Eu Európio	64 64Gd Gadolínio	65 65Tb Térbio	66 66Dy Disprósio	67 67Ho Hólmio	68 68Er Érbio	69 69Tm Túlio	70 70Yb Íterbio	71 71Lu Lutécio
------------------------	---------------------	---------------------------	------------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	-------------------------	----------------------	---------------------	---------------------	-----------------------	-----------------------

**Série dos Actinídeos**

89 89Ac Actínio	90 90Th Tório	91 91Pa Protactínio	92 92U Urânio	93 93Np Netúnio	94 94Pu Plutônio	95 95Am Americó	96 96Cm Cúrio	97 97Bk Berquélio	98 98Cf Colfórnio	99 99Es Einsteinó	100 100Fm Férmio	101 101Md Mendelévio	102 102No Nobeló	103 103Lr Laurêncio
-----------------------	---------------------	---------------------------	---------------------	-----------------------	------------------------	-----------------------	---------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------------	----------------------------	------------------------	---------------------------