

Química Ambiental – Gourmet

Resumo

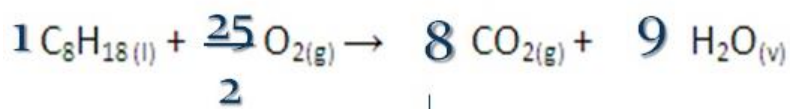
A Química ambiental estuda os processos químicos que ocorrem na natureza e como afetam a relação do homem com o meio. Desde 1950, o homem alterou o meio ambiente mais do que em toda a história da humanidade. Assim, estudar como reduzir o impacto já existente ou prevenir novas poluições é o objetivo da química ambiental. Segue-se nesse resumo algumas das mais importantes alterações ambientais vivenciadas pelo homem.

Aquecimento global

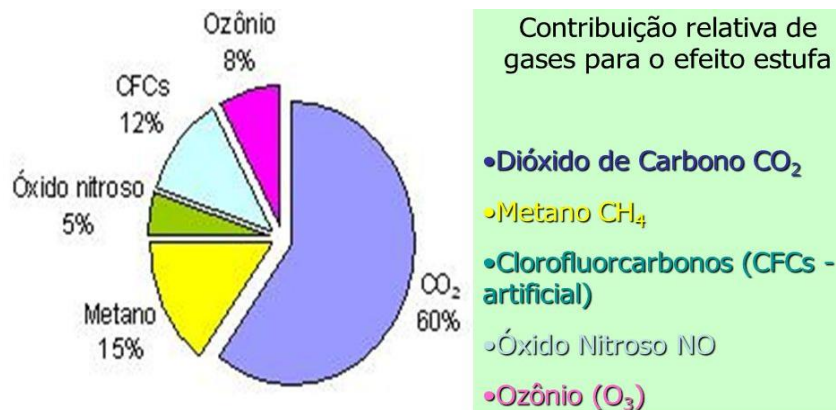
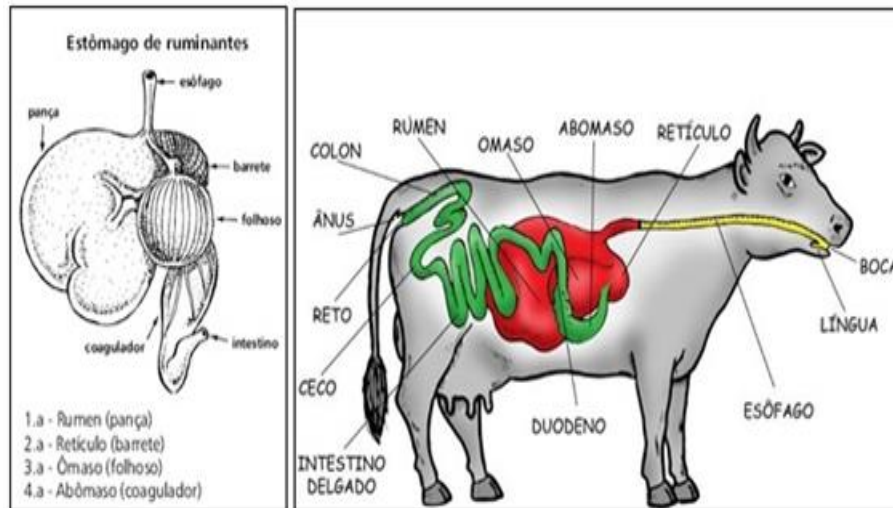
É o fenômeno da intensificação do efeito estufa. O efeito estufa ocorre **naturalmente** e permite manter uma faixa de temperatura compatível com a vida. Isso porque os raios ultravioleta que passam pela atmosfera e incidem na superfície terrestre tende a se refletir de volta para o espaço. No entanto, na atmosfera, gases como o **CO₂** e o **CH₄** promovem uma nova reflexão no sentido da terra de parte desses feixes, impedindo sua saída e aumentando a temperatura global.

Todavia, o aumento da emissão dos gases do efeito estufa, especialmente pela queima de **combustíveis fósseis** após a revolução industrial, faz com que a temperatura se eleve mais do que o necessário.

Por estar em maior quantidade, o CO₂ é o principal gás do efeito estufa, emitido a partir do processo de combustão, exemplificado abaixo pela reação de combustão da gasolina.

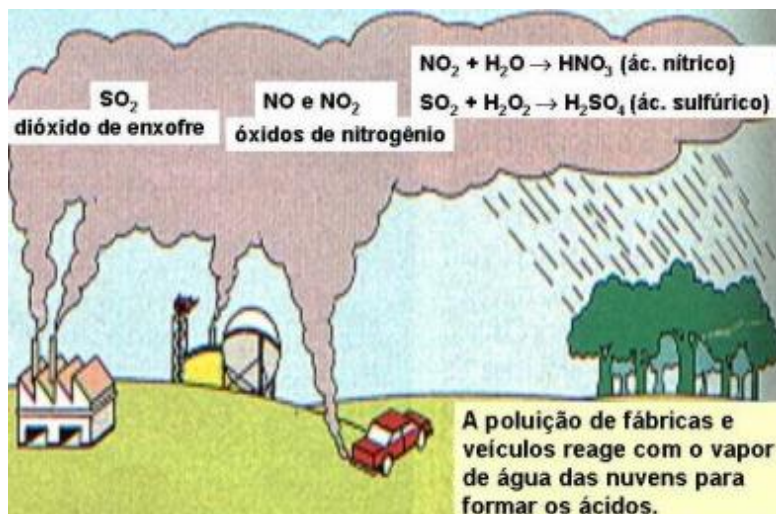


Outro gás em menor quantidade na atmosfera, mas com maior capacidade de intensificar o efeito estufa é o **gás metano (CH₄)**, liberado a partir da fermentação entérica (digestiva) do processo de digestão da celulose nos **ruminantes**.



Chuva ácida

A queima de combustíveis contendo impurezas tanto para o funcionamento de **veículos** quanto para o **processo industrial** libera óxidos principalmente de **enxofre (SO₂ e SO₃)**, mas também de **nitrogênio (NO e NO₂)** que são lançados para a atmosfera. Na precipitação da água na chuva, ocorre a reação desses óxidos com a água, formando os **ácidos nítricos (HNO₃)** e **sulfúrico (H₂SO₄)**



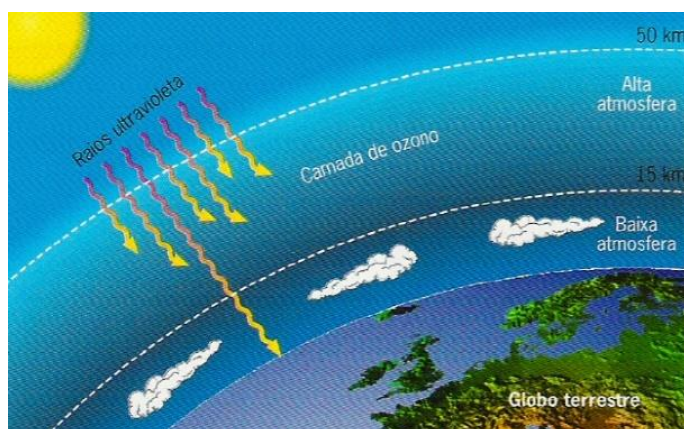
Lixo

Substâncias **não biodegradáveis**, como plásticos (polímeros) levam anos para se decompor, acumulando-se em lixões. Além do destino correto do lixo, preconiza-se os "3Rs": Reciclar, reutilizar e reduzir.



Destruição da camada de ozônio

A função da **camada de ozônio (O_3)** é proteger contra os raios ultravioleta que incidem sobre a superfície terrestre. A destruição dessa camada se deu de forma importante com o uso de produtos contendo **CFCs (Clorofluorcarbonetos)** em refrigeradores e desodorantes spray. A exposição aos raios ultravioleta está relacionada à maior incidência de **câncer de pele** na população. Com a substituição progressiva dos CFCs por outras substâncias, esse processo sofreu redução na velocidade de destruição da camada de Ozônio. Ainda assim, é uma forte preocupação e deve ser constantemente monitorizada.



Biocombustíveis

É todo combustível oriundo de fontes renováveis orgânicas, derivado de biomassa. Dentre eles, temos o bioálcool, o biodiesel e o biogás.



Bioálcool: O etanol é obtido por meio da fermentação da sacarose, componente encontrado na cana-de-açúcar, milho e beterraba.

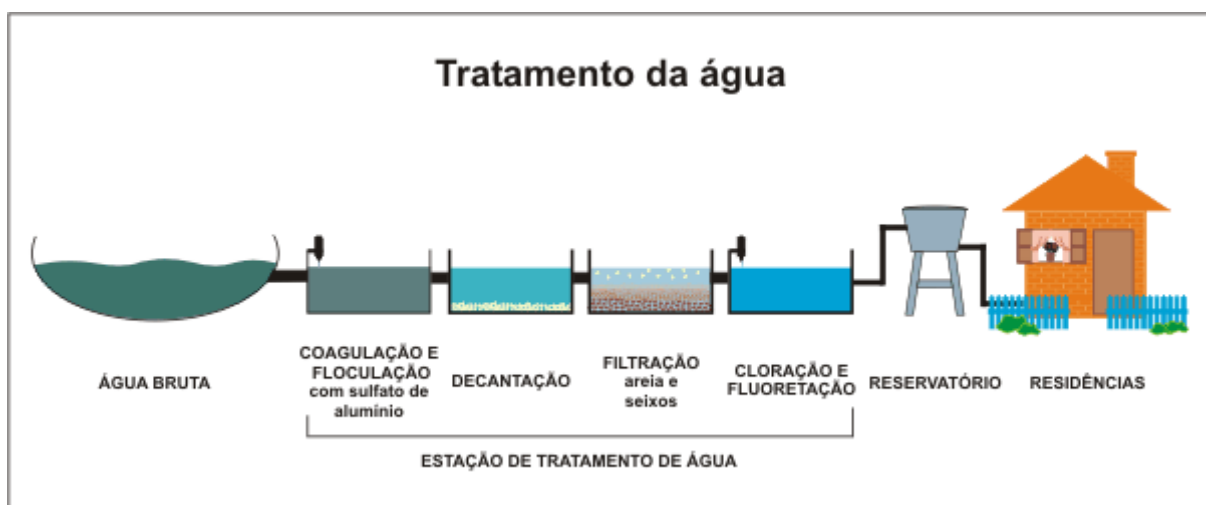
Biodiesel: é obtido a partir de óleos vegetais, como de soja, mamona, dendê e algodão.

Biogás: Bactérias fermentadoras produzem dióxido de carbono e metano a partir da fermentação de matéria orgânica, por exemplo, esterco de bovinos e suínos. Esse processo está representado na figura ao lado.

Tratamento de água e esgoto

Água

A água destinada ao consumo humano deve passar pelas Estações de Tratamento de Água (ETA), seguindo fases que vão permitir a retirada de substâncias e a purificação do líquido.



- **Captação:** É a retirada da água de suas fontes naturais, como nascentes ou poços.
- **Coagulação:** Sulfato de alumínio é administrado para coagular (aglutinar) partículas presentes na água.
- **Floculação:** Com o movimento da água, as partículas coaguladas se juntam em flocos maiores.
- **Decantação:** Consiste no repouso da água e, por gravidade, as partículas se depositam no fundo do recipiente. **Filtração:** A passagem por um filtro permite a retirada de partículas que ainda possam permanecer após as etapas anteriores.
- **Desinfecção:** Cloro é utilizado com o objetivo de eliminar microrganismos que possam causar doenças para a população humana.
- **Fluoretação:** O flúor é adicionado com o objetivo de proteção contra cáries.
- **Correção de PH:** Evita erosões na tubulação que distribui a água, que agora está pronta para o consumo, até as residências e indústrias.

Esgoto

Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) tem como objetivo modificar o esgoto de residências e indústrias, para liberar ao ambiente com níveis aceitáveis de poluição ou para ser reutilizada. Inicialmente, sofre um processo de peneiração, para retirar os materiais sólidos maiores. Depois, sofre decantação para sedimentar o material no fundo do recipiente. Ainda, a ação de microrganismos permite a conversão da matéria orgânica em água e gás carbônico. Por fim, elimina-se micronutrientes (nitrogênio e fósforo) e organismos patogênicos (bactérias e fungos). A partir disso, é descartada uma quantidade menor de resíduos que iriam intactos ao meio ambiente, diminuindo, assim, a poluição.



Exercícios

1. A China comprometeu-se a indenizar a Rússia pelo derramamento de benzeno de uma indústria petroquímica chinesa no rio Songhua, um afluente do rio Amur, que faz parte da fronteira entre os dois países. O presidente da Agência Federal de Recursos da água da Rússia garantiu que o benzeno não chegará aos dutos de água potável, mas pediu à população que fervesse a água corrente e evitasse a pesca no rio Amur e seus afluentes. As autoridades locais estão armazenando centenas de toneladas de carvão, já que o mineral é considerado eficaz absorvente de benzeno.

Disponível em: <www.jbonline.terra.com.br> (com adaptações)

Levando-se em conta as medidas adotadas para a minimização dos danos ao ambiente e à população, é correto afirmar que

- a) o carvão mineral, ao ser colocado na água, reage com o benzeno, eliminando-o.
 - b) o benzeno é mais volátil que a água e, por isso, é necessário que esta seja fervida.
 - c) a orientação para se evitar a pesca deve-se à necessidade de preservação dos peixes.
 - d) o benzeno não contaminaria os dutos de água potável, porque seria decantado naturalmente no fundo do rio.
 - e) a poluição causada pelo derramamento de benzeno da indústria chinesa ficaria restrita ao rio Songhua.
2. O polietileno é formado pela polimerização do eteno, sendo usualmente obtido pelo craqueamento da nafta, uma fração do petróleo. O “plástico verde” é um polímero produzido a partir da cana-de-açúcar, da qual se obtém o etanol, que é desidratado a eteno, e este é empregado para a produção do polietileno. A degradação do polietileno produz gás carbônico (CO_2), cujo aumento da concentração na atmosfera contribui para o efeito estufa.

Qual a vantagem de se utilizar eteno da cana-de-açúcar para produzir plástico?

- a) As fontes utilizadas são renováveis.
- b) Os produtos gerados são biodegradáveis.
- c) Os produtos gerados são de melhor qualidade.
- d) Os gases gerados na decomposição estão em menor quantidade.
- e) Os gases gerados na decomposição são menos agressivos ao ambiente.

3. O dióxido de nitrogênio é um gás tóxico produzido por motores de combustão interna e, para a sua detecção, foram construídos alguns sensores elétricos. Os desempenhos dos sensores foram investigados por meio de medições de resistência elétrica do ar na presença e ausência dos poluentes NO_2 e CO , cujos resultados estão organizados no quadro. Selecionou-se apenas um dos sensores, por ter apresentado o melhor desempenho na detecção do dióxido de nitrogênio.

Sensor	R (Ω)		
	Somente ar	Ar em presença de NO_2	Ar em presença de CO
I	$4,0 \times 10^2$	$3,2 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$
II	$5,2 \times 10^2$	$3,8 \times 10^5$	$7,3 \times 10^4$
III	$8,3 \times 10^2$	$5,6 \times 10^3$	$2,5 \times 10^5$
IV	$1,5 \times 10^3$	$8,2 \times 10^5$	$1,7 \times 10^3$
V	$7,8 \times 10^4$	$9,3 \times 10^5$	$8,1 \times 10^4$

Qual sensor foi selecionado?

- a) I
 - b) II
 - c) III
 - d) IV
 - e) V
4. Os métodos empregados nas análises químicas são ferramentas importantes para se conhecer a composição dos diversos materiais presentes no meio ambiente. É comum, na análise de metais presentes em amostras ambientais, como água de rio ou de mar, a adição de um ácido mineral forte, normalmente o ácido nítrico (HNO_3), com a finalidade de impedir a precipitação de compostos pouco solúveis desses metais ao longo do tempo.

Na ocorrência de precipitação, o resultado da análise pode ser subestimado, porque

- a) ocorreu passagem de parte dos metais para uma fase sólida.
- b) houve volatilização de compostos dos metais para a atmosfera.
- c) os metais passaram a apresentar comportamento de não metais.
- d) formou-se uma nova fase líquida, imiscível com a solução original.
- e) os metais reagiram com as paredes do recipiente que contém a amostra.

5. O processo de dessulfurização é uma das etapas utilizadas na produção do diesel. Esse processo consiste na oxidação do enxofre presente na forma de sulfeto de hidrogênio (H_2S) a enxofre elementar (sólido) que é posteriormente removido. Um método para essa extração química é o processo Claus, no qual parte do H_2S é oxidada a dióxido de enxofre (SO_2) e, então, esse gás é usado para oxidar o restante do H_2S . Os compostos de enxofre remanescentes e as demais moléculas presentes no diesel sofrerão combustão no motor.

MARQUES FILHO, J. *Estudo da fase térmica do processo Claus utilizando fluidodinâmica computacional*. São Paulo: USP, 2004 (adaptado).

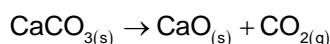
O benefício do processo Claus é que, na combustão do diesel, é minimizada a emissão de gases

- a) formadores de hidrocarbonetos.
 - b) produtores de óxidos de nitrogênio.
 - c) emissores de monóxido de carbono.
 - d) promotores da acidificação da chuva.
 - e) determinantes para o aumento do efeito estufa.
6. Fator da emissão *carbon footprint*) é um termo utilizado para expressar a quantidade de gases que contribuem para o aquecimento global, emitidos por uma fonte ou processo industrial específico. Pode-se pensar na quantidade de gases emitidos por uma indústria, uma cidade ou mesmo por uma pessoa. Para o gás CO_2 , a relação pode ser escrita:

$$\text{Fator de emissão de CO}_2 = \frac{\text{Massa de CO}_2 \text{ emitida}}{\text{Quantidade de material}}$$

O termo “quantidade de material” pode ser, por exemplo, a massa de material produzido em uma indústria ou a quantidade de gasolina consumida por um carro em um determinado período.

No caso da produção do cimento, o primeiro passo é a obtenção do óxido de cálcio, a partir do aquecimento do calcário a altas temperaturas, de acordo com a reação:



Uma vez processada essa reação, outros compostos inorgânicos são adicionados ao óxido de cálcio, tendo o cimento formado 62% de CaO em sua composição.

Dados: Massas molares em g/mol - $\text{CO}_2 = 44$; $\text{CaCO}_3 = 100$; $\text{CaO} = 56$.

TREPTOW, R.S. *Journal of Chemical Education*. v. 87 n° 2, fev. 2010 (adaptado).

Considerando as informações apresentadas no texto, qual é, aproximadamente, o fator de emissão de CO_2 quando 1 tonelada de cimento for produzida, levando-se em consideração apenas a etapa de obtenção do óxido de cálcio?

- a) $4,9 \times 10^{-4}$
- b) $7,9 \times 10^{-4}$
- c) $3,8 \times 10^{-1}$
- d) $4,9 \times 10^{-1}$
- e) $7,9 \times 10^{-1}$

7. A Química Ambiental estuda todo e qualquer processo químico que ocorra na natureza, sendo importante para a manutenção da biodiversidade. É o campo de estudos que tem por objetivo conhecer esses processos, que ocorrem de forma natural ou provocada por alguma interferência humana. O alvo é gerar esclarecimento sobre todos os mecanismos que controlam a quantidade de substâncias na natureza.

Sem sombra de dúvidas, essa área da Química está diretamente relacionada com diversas outras ciências, como Geografia, Ecologia, Geologia, Agronomia, Biologia e Toxicologia.

Disponível em: <https://tinyurl.com/y6r2ca35> Acesso em: 04.02.2019. Adaptado.

Assinale a alternativa correta sobre o conteúdo baseado no texto.

- a) A Química Ambiental é responsável por resolver problemas industriais.
 - b) A Química é capaz de controlar os problemas ambientais sem envolvimento de outras áreas.
 - c) A relação entre áreas do conhecimento é importante no estudo de processos químicos que ocorrem naturalmente ou de origem antropogênica.
 - d) Entre os processos químicos naturais, o ciclo da água pode ser interrompido pela Química Ambiental sem danos ao meio ambiente.
 - e) O foco da Química Ambiental é controlar a quantidade de poluentes pela remoção desses compostos do ambiente.
8. As lâmpadas fluorescentes apresentam vantagens com maior eficiência luminosa, vida útil mais longa e redução do consumo de energia. Contudo, um dos constituintes de energia. Contudo, um dos constituintes dessas lâmpadas é o mercúrio, que apresenta sérias restrições ambientais em função de sua toxicidade. Dessa forma, as lâmpadas fluorescentes devem passar por um processo prévio de descontaminação antes do descarte ou reciclagem do material. O ideal é que nesse processo se tenha o menor impacto ambiental e, se possível, o mercúrio seja recuperado e empregado em novos produtos.

DURÃO JR, W. A.; WINDMÖLLER, C. C. A questão do mercúrio em lâmpadas fluorescentes. *Química Nova na Escola*, n. 28, 2008 (adaptado).

Considerando os impactos ambientais negativos, o processo menos indicado de descontaminação desse metal presente nas lâmpadas seria o(a)

- a) encapsulamento, no qual as lâmpadas são trituradas por via seca ou úmida, o material resultante é encapsulado em concreto e a disposição final do resíduo é armazenada em aterros.
- b) lixiviação ácida, com a dissolução dos resíduos sólidos das lâmpadas em ácido (HNO_3), seguida de filtração e neutralização da solução para recuperar os compostos de mercúrio.
- c) incineração, com a oxidação das lâmpadas junto com o lixo urbano em altas temperaturas, com redução do material sólido e lançamento dos gases e vapores para a atmosfera.
- d) processo térmico, no qual o resíduo é aquecido em sistema fechado para vaporizar o mercúrio e em seguida ocorre o resfriamento para condensar o vapor e obter o mercúrio elementar.
- e) separação por via química, na qual as lâmpadas são trituradas em sistema fechado, em seguida aditivos químicos são adicionados para precipitação e separação do mercúrio.

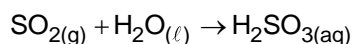
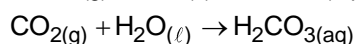
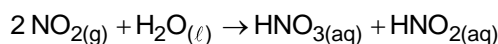
9. O tratamento de água

Quando pensamos em água tratada, normalmente nos vem à cabeça o tratamento de uma água que estava poluída, como o esgoto, para uma que volte a ser limpa. Cabe aqui fazer uma distinção entre tratamento de água e tratamento de esgoto: o tratamento de água é feito a partir da água doce encontrada na natureza que contém resíduos orgânicos, sais dissolvidos, metais pesados, partículas em suspensão e microrganismos. Por essa razão, a água é levada do manancial para a Estação de Tratamento de Água (ETA). Já o tratamento de esgoto é feito a partir de esgotos residenciais ou industriais para, após o tratamento, a água poder ser reintroduzida no rio, minimizando seu impacto ao ambiente.

(Disponível em: <http://www.usp.br/qambiental/tratamentoAgua.html#tratamento>. Acessado em 18/09/18.)

Podemos dividir o tratamento de água em duas etapas, as quais chamamos de tratamento inicial e tratamento final. Identifique, dentre as opções abaixo, o método de separação de misturas utilizado nas ETA's, por meio do qual ocorre reação química:

- a) decantação
- b) peneiramento
- c) floculação
- d) aeração
- e) destilação

10. Analise as reações químicas de alguns óxidos presentes na atmosfera e marque a alternativa que descreve a qual processo de poluição ambiental elas estão relacionadas.

- a) Camada de ozônio.
- b) Efeito estufa.
- c) Chuva ácida.
- d) Aquecimento global.
- e) Inversão térmica.

Gabarito

1. B

O benzeno é mais volátil do que a água, ou seja, a atração entre as suas moléculas é menor do que a atração existente entre as moléculas da água. Por isso, grande parte do benzeno passará para o estado gasoso durante a mudança de estado da água.

2. A

As fontes utilizadas são renováveis, ou seja, a cana-de-açúcar pode ser replantada e colabora na absorção de gás carbônico da atmosfera pelo processo da fotossíntese.

3. D

Deve-se procurar o sensor a maior relação entre o NO_2 e CO :

Sensor	R (Ω)		
	Ar em presença de NO_2	Ar em presença de CO	Relação NO_2 / CO
I	$3,2 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$	$\frac{3,2 \times 10^3}{1,2 \times 10^3} = 2,7$
II	$3,8 \times 10^5$	$7,3 \times 10^4$	$\frac{3,8 \times 10^5}{7,3 \times 10^4} = 5,2$
III	$5,6 \times 10^3$	$2,5 \times 10^5$	$\frac{5,6 \times 10^3}{2,5 \times 10^5} = 0,0224$
IV	$8,2 \times 10^5$	$1,7 \times 10^3$	$\frac{8,2 \times 10^5}{1,7 \times 10^3} = 482,35$
V	$9,3 \times 10^5$	$8,1 \times 10^4$	$\frac{9,3 \times 10^5}{8,1 \times 10^4} = 11,48$

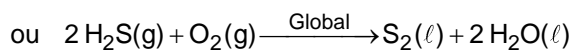
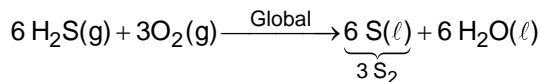
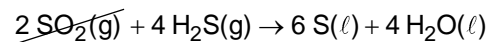
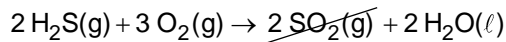
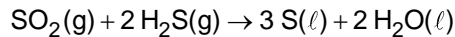
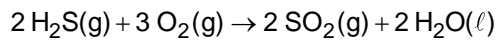
Conclusão: sensor IV.

4. A

Na ocorrência de precipitação, o resultado da análise pode ser subestimado, porque ocorreu passagem de parte dos metais para uma fase sólida. Como os nitratos derivados do ácido nítrico são solúveis em água, evita-se a precipitação de compostos pouco solúveis de metais ao longo do tempo.

5. D

O benefício do processo Claus é que, na combustão do diesel, é minimizada a emissão de gases promotores da acidificação da chuva, neste caso do dióxido de enxofre (SO_2).



6. D

Teremos 62 % de CaO .

Massa de cimento: 1 tonelada (10^6 g).

62 % de 10^6 g de cimento equivale a 620.000 g ($6,2 \times 10^5 \text{ g}$)



$$56 \text{ g} \quad - \quad 44 \text{ g}$$

$$6,2 \times 10^5 \text{ g} \quad - \quad m$$

$$m(\text{CO}_2 \text{ emitida}) = 4,87 \times 10^5 \text{ g}$$

$$\text{Fator de emissão de CO}_2 = \frac{\text{Massa de CO}_2 \text{ emitida}}{\text{Quantidade de material}}$$

$$\text{Fator de emissão de CO}_2 = \frac{4,87 \times 10^5 \text{ g}}{10^6 \text{ g}} = 4,87 \times 10^{-1} \approx 4,9 \times 10^{-1}$$

7. C

Os processos químicos podem ocorrer naturalmente ou gerados pelos seres humanos, por isso a química ambiental deve relacioná-los.

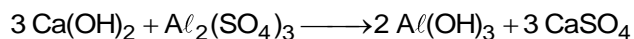
8. C

Como o mercúrio presente neste tipo de lâmpada é tóxico, a incineração causaria danos graves ao meio-ambiente com a liberação de mercúrio gasoso para a atmosfera.

9. C

Nas estações de tratamento a água que será consumida pela população precisa passar por uma série de etapas que possibilite eliminar todos os seus poluentes.

Uma dessas etapas é a coagulação ou floculação, com o uso de hidróxido de cálcio e sulfato de alumínio, conforme a reação:



O hidróxido de alumínio (Al(OH)_3) obtido, que é uma substância insolúvel em água, permite reter em sua superfície muitas das impurezas presentes na água.

10. C

Quando óxidos como NO_2 , CO_2 e SO_3 são lançados na atmosfera, advindos essencialmente do setor industrial ou pela queima de combustíveis fósseis, ao entrar em contato com a água, formam ácidos como descrito nas reações da questão, levando à formação da chuva ácida.