

---

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Instituto de Engenharia, Ciência e Tecnologia  
Avenida Manoel Bandejas, 460, Janaúba - MG - Brasil  
[www.ufvjm.edu.br](http://www.ufvjm.edu.br)

---



Idealizadora e Coordenadora  
Profa. Dra. Patrícia Nirlane da Costa Souza

Vice-Coordenador  
Prof. Dr. Thiago de Lima Prado



## Corpo editorial

### Editor Chefe

Prof. Dr. Thiago de Lima Prado

### Coordenadores

Daniel Pereira Ribeiro  
Vagner Carvalho Fernandes

### Editores na Área de Física

Prof. Dr. Jean Carlos Coelho Felipe  
Prof. Dr. Fabiano Alan Serafim Ferrari  
Prof. Dr. Thiago de Lima Prado  
Prof. Dr. Ananias Borges Alencar

### Colaboradores em Física

Hudson Vinícios Tavares Mineiro  
Vitor Bruno de Sá  
Francelly Emilly Lucas  
Mariana Tainná Silva Souza  
Mathaus Henrique da Silva Alves  
Daniel Pereira Ribeiro  
Deybson Lucas Romualdo Silva

### Editores na Área de Matemática

Prof. Msc. Carlos Henrique Alves Costa  
Prof. Msc. Edson do Nascimento Neres Júnior  
Prof. Msc. João de Deus Oliveira Junior  
Prof. Msc. Fabrício Figueredo Monção  
Prof. Msc. Patrícia Teixeira Sampaio

### Colaboradores em Matemática

David Miguel Soares Junior  
Farley Adriani Batista Caldeira  
Hudson Vinícios Tavares Mineiro  
Jhonatan do Amparo Madureira  
Josimar Dantas Botelho  
Lucimar Soares Dias  
Matheus Correia Guimarães  
Thiago Silva  
Vitor Bruno de Sá  
Vitor Hugo Souza Leal

### Editores na Área de Biologia

Profa. Dra. Patrícia Nirlane da Costa Souza  
Prof. Dr. Max Pereira Gonçalves  
Profa. Estefânia Conceição Apolinário

### Colaboradores em Biologia

Mathaus Henrique da Silva Alves  
Jordana de Jesus Silva  
Anny Mayara Souza Santos  
Tarcísio Michael Ferreira Soares  
Gabriel Antunes de Souza  
Joselândio Correa Santos  
Matheus Jorge Santana Versiani

### Editores na Área de Química

Prof. Dr. Prof. Dr. Luciano Pereira Rodrigues  
Prof. Dr. Luiz Roberto Marques Albuquerque  
Profa. Dra. Karla Aparecida Guimarães Gusmão

### Colaboradores em Química

Deybson Lucas  
Juliano Antunes de Souza  
Lucimar Soares Dias  
Luiz Gustavo  
Vagner Carvalho Fernandes  
Nailma de Jesus Martins  
Karine Silva  
Paulo Silva  
Kahmmelly Mathildes Pimenta Coelho

## Seção 1.9

### Relações da Química com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente – Química no cotidiano

#### Subseção 1.9.1

#### Teoria

#### Obtenção e Utilização do gás Cloro ( $Cl_2$ ) e Hidróxido de Sódio ( $NaOH$ )

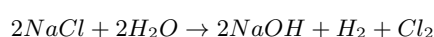
O **cloro** é um elemento químico, símbolo  $Cl$  de número atômico 17, encontrado em temperatura ambiente no estado gasoso. Foi descoberto em 1774 e está situado na série química dos halogênios. No estado puro, na sua forma biatômica ( $Cl_2$ ) e em condições normais de temperatura e pressão, é um gás de coloração amarelo esverdeado extremamente tóxico e de odor irritante. Ele é, geralmente, encontrado na natureza, em combinações, tais como cloretos, sendo estes cloretos encontrados em minerais, como a halita ( $NaCl$ ) e a silvita ( $KCl$ ), que são encontrados em minas de sal ou em oceanos.

O  $NaCl$  é a principal forma de se encontrar o cloro na natureza, ou seja, a principal fonte de obtenção de cloro é a partir do cloreto de sódio. O cloro industrial ( $Cl_2$ ) é produzido principalmente, pela eletrólise do  $NaCl$  fundido ou em solução, sendo assim, o  $Cl_2$ , o gás cloro é muito difícil de se encontrar na natureza em concentrações favoráveis. Este halogênio forma numerosos sais, obtidos a partir de cloretos por processos de oxidação, geralmente mediante a eletrólise. Combina-se facilmente com a maior parte dos elementos.

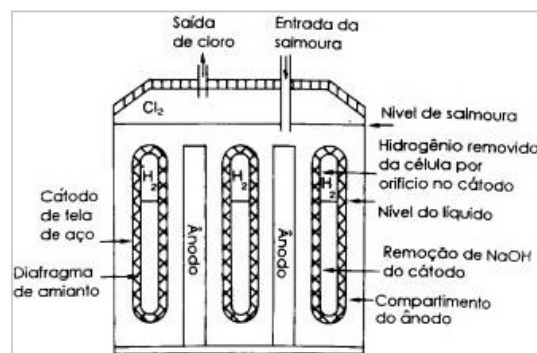
#### Aplicações

- Tratamento de água, por meio do processo de cloração. O agente é o ácido hipocloroso,  $HClO$ , que se produz dissolvendo cloro na água e regulando o pH.
- Branqueamento durante a produção de papel (está sendo substituído pelo dióxido de cloro,  $ClO_2$ ).
- Tratamento de esgoto.
- Produção de cloreto de vinila, composto orgânico usado como matéria-prima para a obtenção de policloreto de vinila, conhecido como PVC.
- Síntese de compostos orgânicos e inorgânicos como, por exemplo, o tetracloreto de carbono ( $CCl_4$ ), o clorofórmio ( $CHCl_3$ ) hipoclorito de sódio e hipoclorito de cálcio e diferentes halogenetos metálicos.
- Preparação direta de ácido clorídrico:  $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ .
- Também é empregado como agente oxidante.

#### Reação de eletrólise



Célula de diafragma industrial para obtenção



de cloro e  $NaOH$

Como pode ser percebido, a reação de eletrólise do  $NaCl$  que é o processo mais utilizado para a obtenção do gás cloro, é utilizada também industrialmente para a obtenção do **Hidróxido de Sódio ( $NaOH$ )**.

O Hidróxido de Sódio ( $NaOH$ ) é um sólido cristalino, quebradiço, branco e translúcido, que devido à sua ação corrosiva no corpo humano lhe confere também a designação de soda cáustica. Este composto apresenta uma grande afinidade pela água. Efetivamente, na presença de umidade, a soda cáustica reage com o dióxido de carbono atmosférico formando carbonato de cálcio. Além disto, este composto liberta hidrogênio para o ar em contato com alguns metais (alumínio, estanho e zinco), podendo formar misturas explosivas com o ar. Visto que reage lentamente com o vidro, a soda cáustica deve ser guardada em frascos feitos de plástico.

#### Aplicações

- Lavagem ou remoção química da pele de frutas e vegetais, processamento de cacau e chocolate, depenamento de aves de criação, etc.
- Agente de limpeza e desentupimento para tubagens obstruídas.
- Extração de substâncias de ação farmacológica de plantas, assim como em diversos processos de neutralização, alcalinização ou obtenção de sais em processo de síntese. É utilizado em muitos processos de fabrico de meta-anfetaminas e outras drogas ilegais, sendo um regulador de pH nestes processos.
- Limpeza de tanques de aço inoxidável em cervejarias e vinícolas, e de limpeza de fornos.
- Remoção de materiais indesejados na produção de papel, como a lenhina, das fibras de celulose, deixando a celulose significativamente mais pura.
- Catalisador para a fabricação de biodiesel. Utilizado em forma anidra (que não contém água), a fim de evitar a saponificação das gorduras que formam o biodiesel.
- Neutralização de gases nocivos a atmosfera. O hidróxido de sódio é misturado ao dióxido de carbono formando carbonato de cálcio, evitando a liberação de  $CO_2$  na atmosfera.
- Fabricação de sabões.

#### Obtenção e Utilização de Ácido Sulfúrico

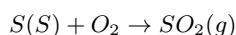
( $H_2SO_4$ )

O Ácido Sulfúrico é um composto químico inorgânico líquido, incolor, viscoso e oxidante, pouco volátil, seu Ponto de Ebulição é  $338^\circ C$  e densidade  $1,84g/cm^3$ . É

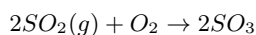
extremamente solúvel em água, porém, isto deve ser feito com muita cautela, sempre despejando o ácido na água e não o contrário, pois se isto não for seguido, seus vapores são liberados agressivamente. É um ácido corrosivo e tóxico, pode causar bastante irritação e queimaduras, além de ser nocivo caso haja inalação, contato com a pele ou ingestão.

Sua produção se dá por meio de um processo denominado catalítico ou de contato, onde o primeiro passo é a queima do enxofre, onde há a liberação de dióxido de enxofre ( $SO_2$ ). Posteriormente, este gás é oxidado, formando o trióxido de enxofre ( $SO_3$ ), que, por fim, sofre uma reação com a água, formando então uma solução aquosa de ácido sulfúrico, conforme mostrado pelas etapas de tratamento abaixo:

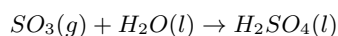
1ª Etapa:



2ª Etapa:



3ª Etapa:



Pode-se dizer que o consumo per capita do ácido sulfúrico mede o desenvolvimento industrial de um país, pois este produto químico tem uma enorme importância na indústria de base, sendo o composto mais utilizado; ficando atrás apenas da água.

#### Aplicações

- Produção de:
  - Fertilizantes, como os superfosfatos e o sulfato de amônio;
  - Papel;
  - Corantes;
  - Fibras de raiom;
  - Medicamentos;
  - Tintas;
  - Inseticidas;
  - Explosivos.
  - Outros ácidos;
- Em indústrias petroquímicas para o refino de petróleo;
- Em baterias de automóveis (acumuladores de chumbo).
- Em decapantes de ferro e aço.

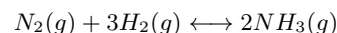
#### Obtenção e Utilização da Amônia ( $NH_3$ )

A amônia ou amoníaco como também é conhecido, é um gás sem cor, porém de odor característico forte. O mesmo contribui nas necessidades nutricionais do organismo por ser um precursor de alimentos e fertilizantes. Dentro das características principais desse gás está o forte cheiro e a atenção por seu perigo apresentado, já que é um gás bastante tóxico. Outra **característica da amônia** é que a mesma se dissolve muito bem em água, formando o hidróxido de amônio ( $NH_4OH$ ).

#### Processo de Haber-Bosch

A amônia é produzida a altas temperaturas (por volta de  $500^\circ C$ ) e altas pressões (entre 150 e 300 atm). Equação do

processo:



#### Aplicações

- Produção de fertilizantes, como o sulfato de amônio, o fosfato de amônio, o nitrato de amônio e a ureia.
- Produção de fibras e Plásticos, como o nylon e outras poliamidas.
- Produção de produtos de limpeza como, detergentes e amaciantes.
- Produção de ácido nítrico.
- Produção de corantes.

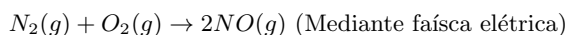
#### Obtenção e Utilização do Ácido Nítrico ( $HNO_3$ )

O **ácido nítrico** é um composto químico líquido, viscoso, inodoro e incolor, muito volátil, forte oxidante, corrosivo, miscível em água. É o segundo ácido mais fabricado e mais consumido na indústria, perdendo apenas para o ácido sulfúrico.

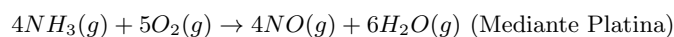
Trata-se de um ácido incompatível com a maioria dos compostos orgânicos. Quimicamente, o ácido nítrico reage de três maneiras: como ácido forte, como agente oxidante, como agente de nitratação. Como ácido forte, provoca reação com produtos alcalinos e óxidos, formando sais denominados nitratos; oxida produtos orgânicos como a anilina e o álcool furfúrico, sendo usado em combustíveis para foguetes; já as reações de nitratação envolvem a nitratação comum (com hidrocarbonetos) e a esterificação (com álcoois), o que possibilita a síntese de explosivos orgânicos.

O ácido nítrico é obtido industrialmente a partir do oxigênio e do nitrogênio do ar (ou principalmente da amônia) e da água.

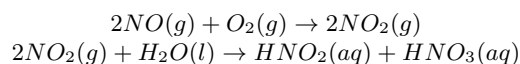
1ª Etapa:



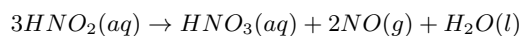
ou



2ª Etapa:



3ª Etapa:



#### Aplicações

- Fertilizantes inorgânicos.
- Explosivos, tais como o salitre (um dos componentes da

pólvora), o trinitrotolueno (TNT) e a nitroglicerina (componente explosivo da dinamite).

- Vernizes.
- Celuloses.
- Seda artificial.
- Ácido benzoico.
- Fibras sintéticas.
- Galvanoplastia.
- Ácido pícrico.
- Refinação de metais preciosos, como o ouro e a prata.
- Agente de gravação em fotogravura e litografia.
- Fotografia, por meio de filmes de nitrocelulose.
- Indústria farmacêutica, na composição e na destruição de medicamentos.

### Poluição e Tratamento de Água

O lançamento de substâncias orgânicas e tóxicas nas águas superficiais (lagos, rios, mares, oceanos), o descarte de poluentes no solo sem nenhum tipo de controle e a infiltração de líquidos provenientes da decomposição do lixo no solo atingindo os lençóis freáticos geram, atualmente, um grave desequilíbrio aos ecossistemas aquáticos.

As atividades antropogênicas que levam à poluição das águas são as mesmas que levam à poluição dos solos acrescidas das chuvas ácidas e das chuvas que trazem da atmosfera partículas em suspensão.

#### Poluição por fertilizantes e agrotóxicos.

A utilização de fertilizantes e agrotóxicos em plantações pode contaminar a água usada na irrigação agrícola. Essa água, ao atingir os lagos, os rios ou o lençol freático, acaba por contaminar os peixes e outros animais que fazem uso dela. Por sua vez, a reutilização das águas contaminadas para novas irrigações leva à contaminação dos alimentos (frutas, verduras, legumes, etc.).

#### Poluição pela exploração do petróleo

A exploração de poços de petróleo no fundo dos oceanos e o transporte desse produto por meio marítimo ou por oleodutos tem provocado acidentes em que ocorre o espalhamento de grandes quantidades de petróleo.

Como esse composto é menos denso do que a água, geralmente, quando ocorre seu espalhamento em rios e mares, a área afetada é isolada com boias.

Após o isolamento da área afetada, o petróleo sobrenadante é aspirado.

#### Poluição por esgotos domésticos

Os esgotos domésticos lançam nos mananciais os seguintes poluentes:

- matéria orgânica, que permite o desenvolvimento de micro-organismos e a propagação de mau cheiro;
- ureia, que, posteriormente, se transformará em amônia, o que provocará a alteração do pH do meio;
- coliformes, que são prejudiciais à saúde;
- surfactantes, como sabões e detergentes, que podem produzir espuma na água;

- óleos e gorduras, que são insolúveis e, geralmente, sobrenadam a água, dificultando a absorção de gás oxigênio;

- particulados sólidos, que podem ficar em suspensão, alterando a cor, o sabor e a turbidez da água.

As estações de tratamento de esgoto (ETE) têm como finalidade eliminar os poluentes da água suja através de processos biológicos, químicos, de conversão de substâncias, e físicos, de separação de componentes da mistura, a fim de devolver a água a seus mananciais com níveis aceitáveis de poluentes.

#### Poluição por fosfatos

Os fosfatos encontrados nos esgotos são provenientes, principalmente, do uso de detergentes. Nos resíduos aquosos que escorrem de terras excessivamente tratadas com fertilizantes e de terras nas quais se pratica a pecuária intensiva, devido às excretas dos animais, também são encontrados compostos que contêm fosfatos.

#### Poluição por dióxido de enxofre

Dióxido de enxofre é um gás incolor, tóxico, de cheiro forte e que provoca irritações. Forma-se na queima do enxofre ou dos compostos de enxofre com o oxigênio.

O gás  $SO_2$  é um grande poluente atmosférico. Em regiões onde há fábricas de ácido sulfúrico,  $H_2SO_4$ , haverá altas concentrações desse gás, pois uma das fases da fabricação desse ácido consiste na queima de enxofre.

Outro processo que promove a liberação de  $SO_2$  na atmosfera é a queima de combustíveis derivados de petróleo que contêm compostos sulfurados como a gasolina, o óleo diesel e outros.

O impacto ambiental causado pelo óleo diesel é maior do que o causado pela gasolina, visto que ele contém maior teor de enxofre em sua composição.

Já o etanol não contém compostos de enxofre. Logo, na sua queima, não é liberado  $SO_2$ , o que o torna um combustível menos poluente se comparado aos combustíveis fósseis.

Por outro lado, a produção de metais a partir de sulfetos metálicos em processos metalúrgicos é uma atividade que também gera grande quantidade de dióxido de enxofre. A redução do metal por combustão é denominada ustulação.

A chuva, normalmente, apresenta caráter ácido, pH de 5,6, devido à presença de  $CO_2(g)$  na atmosfera. Precipitações que apresentam pH menor que 5,6, são denominadas chuvas ácidas. Esse fenômeno ocorre quando óxidos presentes na atmosfera reagem com a água da chuva, dando origem aos seus respectivos ácidos, o que aumenta a acidez do meio.

O  $SO_2$  lançado na atmosfera transforma-se em  $SO_3$ , o qual se dissolve na água da chuva, formando o ácido sulfúrico, o que causa sérios impactos ambientais, como a destruição da vegetação, a acidificação de solos e de espelhos-d'Água, além do desgaste de monumentos de mármore.

#### Poluição por dióxido de nitrogênio

Nos motores a explosão, usados em automóveis e caminhões, a temperatura e a pressão de trabalho são muito elevadas. Neles, o nitrogênio e o oxigênio do ar combinam-se, formando óxidos de nitrogênio, principalmente o gás  $NO_2$ , que poluem a atmosfera.

O gás  $NO_2$  presente na atmosfera, ao dissolver-se na água, forma o ácido nítrico e o ácido nitroso, contribuindo, assim, para a formação da chuva ácida.

#### Poluição por chumbo

O chumbo, que também é um metal pesado, é uma substância tóxica que se acumula no organismo, contaminando o sítio ativo das enzimas e interferindo no metabolismo celular. Essa substância é encontrada em indústrias químicas e de pesticidas. Armazena-se em sedimentos marinhos e na água doce.

### Etapas do Tratamento de água

#### 01- REPRESA

#### 02- CAPTAÇÃO E BOMBEAMENTO

Após a captação, a água é bombeada para as Estações de Tratamento de água. Depois de bombeado a água passará por um processo de tratamento, passando por diversas etapas explicadas a seguir.

#### 03- PRÉ-CLORAÇÃO

Adição de cloro assim que a água chega à estação para facilitar a retirada de matéria orgânica e metais.

#### PRÉ-ALCALINIZAÇÃO

Adição de cal ( $CaO$ ) ou soda ( $Na_2CO_3$ ) à água para ajustar o pH para os valores exigidos para as fases seguintes do tratamento.

**COAGULAÇÃO** Adição de sulfato de alumínio ( $Al_2(SO_4)_3$ ) ou cloreto férrico ( $FeCl_3$ ), seguido de uma agitação violenta da água para provocar a desestabilização elétrica das partículas de sujeira, facilitando a sua agregação.

#### 04- FLOCULAÇÃO

É um processo onde a água recebe o sulfato de alumínio ( $Al_2(SO_4)_3$ ), que faz com que as impurezas se aglutinem formando flocos para serem facilmente removidos.

#### 05- DECANTAÇÃO

Na decantação, como os flocos de sujeira são mais densos que a água, logo estes sedimentam no fundo do decantador.

#### 06- FILTRAÇÃO

Nesta etapa, a água passa por várias camadas filtrantes onde ocorre a retenção dos flocos menores que não decantaram. A água então fica livre de impurezas. Essas três etapas: floculação, decantação e filtração recebem o nome de clarificação. Nesta etapa, todas as partículas de impurezas da água são removidas deixando a água límpida. Mas ainda não está pronta para ser usada. Para garantir a qualidade da água, após a clarificação é feita a desinfecção.

#### 07- CLORAÇÃO

A cloração consiste na adição de cloro ( $Cl_2$ ) que reage com água formando íons hipoclorito ( $ClO^-$ ) usado na destruição de micro-organismos presentes na água.

#### FLUORETAÇÃO

A fluoretação é uma etapa adicional. O flúor é aplicado na forma de fluoreto de sódio ( $NaF$ ) ou fluoreto de cálcio ( $CaF_2$ ). O flúor tem função de colaborar na incidência da cárie dentária.

#### 08- RESERVATÓRIO

Após o tratamento, a água tratada é armazenada inicialmente em reservatórios de distribuição e depois em reservatórios de bairros, espalhados em regiões estratégicas da cidade.

#### 09- DISTRIBUIÇÃO

Desses reservatórios a água vai para tubulações maiores (deno-

minadas de adutoras) e depois para as redes de distribuição até chegar aos domicílios.

### 10- REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Depois das redes de distribuição, a água geralmente é armazenada em caixas d'água. A responsabilidade das ETA é entregar a água até a entrada das residências onde estão o cavalete e o hidrômetro (o relógio que registra o consumo de água). A partir daí, o cliente deve cuidar das instalações internas e da limpeza e conservação do reservatório.

#### Poluição Atmosférica

É considerado como poluente atmosférico qualquer substância que não é constituinte natural do ar atmosférico que contém:  $N_2$ (78%),  $O_2$ (21%),  $Ar$ (0,9%),  $CO_2$ (0,04%), outros gases tais como vapor d'água, gases nobres entre outros(0,6%)

Desta forma, temos como os principais poluentes do ar atmosférico, substâncias produzidas direta ou indiretamente por processos antropogênicos:

**Particulados** - fuligem: carbono finamente dividido proveniente da queima incompleta dos combustíveis em geral (fósseis ou biocombustíveis), responsável pela fumaça negra que sai do escape do caminhão ou ônibus.

**Monóxido de carbono** -  $CO$ : proveniente da queima incompleta dos combustíveis em geral (fósseis ou biocombustíveis), gás incolor, inodoro, quando inalado em excesso pode causar morte por asfixia, devido ao deslocamento do oxigênio da hemoglobina, causando hipóxia.

**Óxidos nitrogenados** -  $NOX$ : provenientes da queima dos combustíveis em geral (fósseis ou biocombustíveis), gases que em presença da água da chuva causam a chuva ácida de  $HNO_2$  e/ou  $HNO_3$ .

**Óxidos de enxofre** -  $SOX$ : provenientes da queima dos combustíveis fósseis que possuem enxofre como impurezas, causando a chuva ácida de  $H_2SO_2$  e/ou  $H_2SO_4$ .

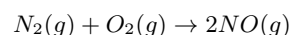
**Hidrocarbonetos** -  $HC$ : provenientes do combustível fóssil (derivados do petróleo - mistura de hidrocarbonetos) que não queimou na câmara de explosão.

**Aldeídos**: proveniente da oxidação parcial do biocombustível etanol.

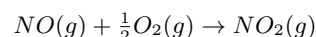
**Gás metano** -  $CH_4$ : proveniente da decomposição do lixo e também como produto da digestão dos ruminantes.

**Ozônio** -  $O_3$ : gás azulado, mais denso que o ar, extremamente tóxico por ser um poderoso oxidante, que se respirado em excesso pode causar enfisema pulmonar, proveniente da redução do gás  $NO_2$ :

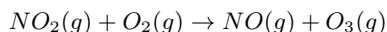
Qualquer combustível para sofrer a combustão necessita do oxigênio (comburente) que é proveniente do ar, que entra na câmara de explosão do veículo e queima produzindo  $NO$  que é lançado ao ar pelo escapamento do automóvel:



O  $NO$  na presença do oxigênio do ar oxida-se a  $NO_2$ :



O  $NO_2$  formado pode reagir com a água da chuva e formar a chuva ácida ou em dias quentes e secos pode reagir com o oxigênio do ar na presença da luz solar e reduzir-se a  $NO$ , nesta transformação é que ocorre a poluição do ar com ozônio:



**CFCs – Carbono Flúor e Cloro:** haletos orgânicos lançados ao ar proveniente de propelente dos aerossóis, gás de refrigeração de geladeiras e ar condicionado veicular e residencial, que atinge a estratosfera e na presença dos raios ultravioleta do sol, formam o radical livre cloro que ataca o ozônio, promovendo a sua decomposição.

### Efeito Estufa (Aquecimento Global)

Quando se queima óleo, carvão ou madeira, liberamos dióxido de carbono na atmosfera. Esse dióxido de carbono extra cria um “cobertor” ao redor da Terra. A maior parte da radiação de ondas curtas do Sol podem atravessar a camada. Mas a maioria das radiações de ondas longas da Terra não consegue escapar, fazendo com que a Terra fique cada vez mais quente. Isso é chamado de “efeito estufa” e causa aquecimento global.

Efeito estufa: o excesso de gás carbônico na atmosfera absorve a radiação refletida pela Terra, originando um aumento da temperatura média do planeta, causando derretimento de gelo dos polos originando muitos desequilíbrios ecológicos.

As áreas verdes são essenciais para o equilíbrio ecológico e para a saúde humana. A importância do verde é maior nas grandes cidades, onde há grande concentração de poluentes. O oxigênio liberado pelas plantas funciona como um diluidor dos poluentes. Assim, quanto mais parques e praças, menos poluído será o ar que respiramos. Globalmente, uma das consequências da diminuição do verde é o efeito estufa - o aquecimento da Terra, que poderá trazer efeitos desastrosos se não for contido a tempo.

### Causas do Efeito de Estufa

O excesso de dióxido de carbono, expelido pelos automóveis e indústrias, está na origem do aumento do efeito de estufa.

A acumulação de  $CO_2$  não vai permitir que a Terra liberte a percentagem de calor necessária, para manter a estabilidade a nível da temperatura. O  $CO_2$  funciona como um potente filtro que permite a entrada das radiações solares, mas não permite a sua saída.

Por este motivo é aconselhável a utilização dos transportes públicos e a utilização de filtros nas industriais.

### Consequências do efeito de estufa

O aumento da temperatura terrestre pode provocar importantes alterações climáticas, em todas as regiões da Terra.

Este aumento da temperatura provoca a redução das calotas polares, consequentemente estes originam o aumento gradual do nível das águas.

Este aumento pode ser prejudicial para as zonas litorais que ficariam imergidas em água.

### Camada de Ozônio

A camada de Ozônio é uma fina faixa gasosa, de 15 a 45km de altitude (estratosfera) onde está presente, de forma muito rarefeita, o gás Ozônio ( $O_3$ ). As moléculas deste gás têm a capacidade de absorver a maior parte das radiações ultravioleta oriundas do espaço. Estas radiações, quando em excesso, provocam efeitos nocivos nos seres vivos. A camada de Ozônio, portanto, se constitui num escudo protetor dos delicados ecossistemas na superfície.

Esta camada está sendo destruída através da ação de uma série de poluentes liberados pela atividade humana. Entre eles:

- Óxidos de Nitrogênio produzidos por indústrias e aviões a jato;
- Compostos à base de Clorofluorcarbonos (CFCs) empregados na indústria, como por exemplo, o gás freon, utilizado nos sistemas de ar condicionado, e aerossóis.

Estes gases, sendo muito leves, se deslocam para as altas camadas atmosféricas, onde prejudicam a formação de Ozônio. Ao chegar às altas camadas atmosféricas, o CFC é atingido pela radiação ultravioleta e se decompõe, liberando Cloro molecular na atmosfera. O Cloro liberado, altamente reativo, reage com o  $O_3$ , formando Monóxido de Cloro e Oxigênio Molecular.

Com isso, este processo pode apresentar alguns efeitos prejudiciais, como:

- Aumento das taxas de mutações na maioria dos seres vivos da superfície;
- Catarata nos animais, cegueira de muitos insetos polinizadores;
- Aumento nos casos de câncer de pele em humanos.

### Inversão Térmica

A ação dos contaminantes do ar pode ser muito agravada quando ocorre o fenômeno da inversão térmica das camadas atmosféricas. Normalmente, o ar junto à superfície do solo está em constante movimento vertical, devido ao processo denominado convecção, que consiste no seguinte: as radiações caloríficas do sol, aquecendo a superfície da Terra, fazem com que o ar, junto a essa superfície, se aqueça; o ar aquecido torna-se mais leve que o ar frio e tende, pois a subir formando uma corrente ascendente.

Esse deslocamento da camada inferior cria um “vazio” junto ao solo fazendo com que o ar frio, que se achava em cima, desça para junto do solo em substituição ao que subiu; junto ao solo, ele se aquece e sobe tomando o lugar do outro que se esfriou, e assim, sucessivamente. Podemos observar que isso está ocorrendo pela posição vertical da pluma de fumaça das chaminés.

Condições desfavoráveis podem, entretanto, inverter a disposição das camadas atmosféricas. Principalmente no inverno pode ocorrer um rápido esfriamento do solo ou um rápido aquecimento das camadas atmosféricas superiores. Nessas condições, o ar quente, ficando por cima da camada de ar frio, funciona como um tampão, impedindo qualquer movimento vertical: o ar frio não sobe, porque é mais pesado e o ar quente não pode descer pois é mais leve. Quando isso acontece, as fumaças e gases produzidos pelas chaminés e pelos veículos não são dissipados pelas correntes verticais. As plumas de fumaça das chaminés assumem posição horizontal, tendendo a colar-se ao solo.



### Ilhas de Calor

Ilhas de calor é o nome que se dá a um fenômeno climático que ocorre principalmente nas cidades com elevado grau de urbanização. Nestas cidades, a temperatura média costuma ser mais elevada do que nas regiões rurais próximas.

A formação e presença de ilhas de calor no mundo são negativas para o meio ambiente, pois favorecem a intensificação do fenômeno do aquecimento global.

De maneira geral, as ilhas de calor ocorrem nos centros das grandes cidades devido aos seguintes fatores:

- Elevada capacidade de absorção de calor de superfícies urbanas como o asfalto, paredes de tijolo ou concreto, telhas de barro e de amianto;
- Falta de áreas revestidas de vegetação, prejudicando o albedo, o poder refletor de determinada superfície (quanto maior a vegetação, maior é o poder refletor) e logo levando a uma maior absorção de calor;
- Impermeabilização dos solos pelo calçamento e desvio da água por bueiros e galerias, o que reduz o processo de evaporação, assim não usando o calor, e sim absorvendo;
- Concentração de edifícios, que interfere na circulação dos ventos;
- Poluição atmosférica que retém a radiação do calor, causando o aquecimento da atmosfera (Efeito Estufa);
- Utilização de energia pelos veículos de combustão interna, pelas residências e pelas indústrias, aumentando o aquecimento da atmosfera.

Medidas para evitar a formação das ilhas de calor urbanas:

- Plantio de árvores em grande quantidade nas grandes cidades. Criação de parques e preservação de áreas verdes;
- Medidas para diminuir a poluição do ar: diminuição e controle da emissão de gases poluentes pelos veículos e controle de poluentes emitidos por indústrias.

### Chuva Ácida

Os óxidos de enxofre – *SOX* ( $SO_2$  e  $SO_3$ ) e os óxidos de nitrogênio – *NOX* ( $NO$  e  $NO_2$ ) são poluentes do ar. Quando eles se misturam com a umidade na atmosfera para formar os ácidos ( $H_2SO_4$ ,  $H_2SO_3$ ,  $HNO_2$  e  $HNO_3$ ), a chuva ácida acontece. Ventos fortes transportam o ácido, e a chuva ácida cai, tanto na forma de precipitação como na forma de partículas secas. A chuva ácida pode cair até 3750 quilômetros de distância da fonte original da poluição.

As áreas que recebem a chuva ácida não são igualmente afetadas por ela. A capacidade de uma região de neutralizar os ácidos, determina o tamanho do prejuízo em potencial. O solo alcalino neutraliza o ácido. Portanto, as áreas com solos altamente alcalinos são menos prejudicadas do que aquelas áreas onde o solo é neutro ou ácido.

### O QUE CAUSA PARA O HOMEM.

**Saúde:** a chuva ácida libera metais tóxicos que estavam no solo. Esses metais podem alcançar rios e serem utilizados pelo homem causando sérios problemas de saúde. O seu vapor no ar ao ser respirado causa vários problemas respiratórios. **Prédios, casas, arquitetura:** a chuva ácida ajuda a corroer os materiais usados nas construções como casas, edifícios e arquitetura, destruindo represas, turbinas hidrelétricas etc.

### Meio ambiente

**Lagos:** os lagos podem ser os mais prejudicados com o efeito da chuva ácida, pois podem ficar totalmente acidificados, perdendo toda a sua vida.

**Desmatamentos:** a chuva ácida faz clareiras, matando duas ou três árvores. Imagine uma floresta com muitas árvores utilizando mutuamente, agora duas árvores são atingidas pela chuva ácida e morrem, algum tempo após muitas plantas que se utilizavam da sombra destas árvores morrem e assim vão indo até formar uma clareira. Essas reações podem destruir florestas.

Floresta com toda vegetação danificada pela ação da chuva ácida.

**Agricultura:** a chuva ácida afeta as plantações quase do mesmo jeito que das florestas, só que é destruída mais rápido já que as plantas são mesmo do mesmo tamanho, tendo assim mais áreas atingidas.

### Poluição dos Solos

As principais atividades antropogênicas que levam à poluição do solo são:

- a utilização de fertilizantes e de agrotóxicos na produção agrícola;
- o descarte de resíduos da produção industrial e os vazamentos de matéria-prima ou produtos finais;
- a estocagem e a distribuição de combustíveis e lubrificantes;
- a utilização de substâncias tóxicas na extração de metais na mineração;
- a produção de energia em usinas nucleares, quando há vazamento de produtos radioativos em acidentes nucleares;
- a deposição de lixo sem tratamento, a não reciclagem e o não reuso de materiais;
- os despejos de esgoto sem tratamento ou de resíduos de seu tratamento, os quais são ricos em nutrientes.

Para a descontaminação do solo, pode-se, removê-lo do local contaminado e tratá-lo com processos físicos (lavagem do solo), químicos (combustão, pirólise e adição de substâncias químicas que convertem produtos tóxicos e produtos inertes ou inofensivos) e biológicos (adição de organismos que metabolizam, decompõem, os poluentes). Depois desses processos, o solo é devolvido ao seu local de origem.

### Os fertilizantes e os agrotóxicos

Para suprir a demanda mundial por alimentos, os grandes produtores utilizam fertilizantes e agrotóxicos com a finalidade de aumentar a produtividade agrícola.

Os fertilizantes são sistemas formados por diversas substâncias orgânicas ou minerais, que são macro e micronutrientes dos vegetais, e são utilizados para aumentar a disponibilidade desses nutrientes no solo, o que aumenta sua fecundidade e produtividade. No entanto, o uso excessivo desses compostos gera desequilíbrio ecológico. Os agentes decompositores não conseguem processá-los na mesma proporção em que são adicionados ao solo, provocando, neste, um aumento da concentração de nutrientes - eutrofização. Esse excesso pode causar um decréscimo de matéria orgânica no solo e alterar a sua capacidade de retenção de água.

Os agrotóxicos são substâncias tóxicas usadas para combater



as pragas que atacam as plantações: ácaros, ervas daninhas, fungos, bactérias e insetos.

O controle biológico das culturas é uma alternativa para substituição dos agrotóxicos. Consiste no combate às pragas através de seus predadores ou parasitas naturais, como, por exemplo, a criação de vírus transgênicos, desenvolvidos para, em determinadas condições, atacarem exclusivamente certas larvas ou insetos. Nesse tipo de controle, os vírus atacam apenas algumas espécies, sendo inofensivos para outras, e se autodestruindo quando seu trabalho termina.

### Os lixões e os aterros

Os lixões são locais onde são depositados os resíduos urbanos sem nenhuma forma de tratamento ou reciclagem.

Nesses locais, a decomposição da matéria orgânica origina o chorume, um líquido de cor escura e odor forte que atrai insetos que trazem doenças aos seres humanos. O seu tratamento é fundamental para a preservação do meio ambiente, pois pode atingir lençóis freáticos, rios e córregos, causando a contaminação desses recursos hídricos.

Existem algumas soluções para minimizar a contaminação do solo por lixões, como a separação seletiva do lixo, a reciclagem e o reuso dos materiais descartados e a utilização de aterros sanitários.

Nos aterros sanitários, há a disposição de resíduos sólidos na menor área possível de solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública, minimizando, assim, os impactos ambientais.

O local a ser instalado um aterro deve ser criteriosamente avaliado, de forma a se evitar a possibilidade de contaminação dos lençóis freáticos, dos lagos e dos rios. Além disso, é importante verificar a ausência de populações próximas.

### Mineração e Metalurgia

Metalurgia é o conjunto de técnicas e processos usados para extração, beneficiamento e processamento industrial dos metais. De maneira geral, distingue-se a metalurgia extrativa, ligada à mineração, da metalurgia de preparação dos metais para formar ligas e produtos diversos. Nas sociedades industrializadas, cresce a importância dos processos de recuperação e reciclagem da sucata, pelos quais se obtém notável economia em relação à extração a partir do mineral.

### Mineração

Poucos metais se apresentam na natureza em estado puro. Por isso, na maior parte dos casos, aplicam-se os métodos da metalurgia extrativa. Na seleção da técnica mais adequada de extração é importante considerar não apenas a estrutura química do minério, mas também fatores como a natureza das impurezas presentes no mineral que, em alguns casos, têm valor econômico.

O oxigênio, de elevada eletronegatividade e relativamente abundante, é o elemento químico que mais tende a combinar-se com os metais na natureza. Por isso, o aspecto mais importante na extração dos metais é sua redução, processo que corresponde à reação química contrária à oxidação.

Antes de passar pela etapa de redução, os minérios são britados, moídos (em alguns casos), classificados por peneiramento e concentrados. O processo de concentração consiste

em aumentar o teor metálico do minério por eliminação de resíduos não aproveitáveis. Essa etapa pode ser realizada por gravimetria, flotação, separação eletrostática ou magnética ou outros processos especiais.

A exploração de minérios de elementos radioativos ou não radioativos expõe tais minérios às intempéries atmosféricas e climáticas. Essa exposição pode levar à contaminação de solos próximos ao local de exploração através da erosão e lixiviação. Já em solos distantes da mina de exploração, a contaminação se dá por dissolução em águas que penetram no solo ou por arraste de partículas sólidas pelo vento.

### Metalurgia

A segunda fase da extração é o processo, ou conjunto de processos, pelo qual o metal é extraído do concentrado obtido na primeira fase, refinado, transformado em liga e preparado para atender às especificações do mercado. Na escolha do método mais adequado para cada caso, consideram-se vários fatores, entre eles a natureza química do concentrado, que em geral é um óxido (no caso do ferro e do alumínio, por exemplo), um sulfeto (caso do cobre, do zinco e do chumbo), um carbonato ou um silicato. Nessa fase, os três processos mais comumente aplicados são: pirometalurgia, que utiliza o calor; eletrometalurgia, que utiliza a eletricidade; e hidrometalurgia, que utiliza a água. O produto pode ainda ser refinado mediante técnicas metalúrgicas adicionais, como a destilação.

Poucos métodos de extração, no entanto, resultam num produto puro. Em geral, o que se obtém é um metal mais ou menos impuro, que precisa ser tratado para chegar à forma adequada a suas finalidades comerciais, industriais ou de pesquisa. Nos tratamentos a frio, o metal endurecido sofre mudanças estruturais ao invés de mudanças químicas. Nos tratamentos a quente, o metal é amolecido pelo calor, num processo que altera sua cristalinidade, de tal forma que ele pode então ser trabalhado.

Uma das alternativas para a conformação dos metais é a fundição, que consiste em verter o metal fundido num molde, onde ele se solidifica e ganha a forma dos objetos desejados. Objetos de ferro, aço e metais não-ferrosos são feitos em moldes. Também se podem submeter os metais ou ligas a tratamentos mecânicos a partir do material sólido.

## Subseção 1.9.2

### Exercícios

1. - (ENEM) A chuva em locais não poluídos é levemente ácida. Em locais onde os níveis de poluição são altos, os valores do pH da chuva podem ficar abaixo de 5,5, recebendo, então, a denominação de "chuva ácida". Este tipo de chuva causa prejuízos nas mais diversas áreas: construção civil, agricultura, monumentos históricos, entre outras.

A acidez da chuva está relacionada ao pH da seguinte forma: concentração de íons hidrogênio = pH, sendo que o pH pode assumir valores entre 0 e 14.

Ao realizar o monitoramento do pH da chuva em Campinas (SP) nos meses de março, abril e maio de 1998, um centro

de pesquisa coletou 21 amostras, das quais quatro têm seus valores mostrados na tabela:

Mês	Amostra	pH
Março	6 <sup>a</sup>	4
Abril	8 <sup>a</sup>	5
Abril	14 <sup>a</sup>	6
Maiο	18 <sup>a</sup>	7

A análise da fórmula e da tabela permite afirmar que:

- I. da 6<sup>a</sup> para a 14<sup>a</sup> amostra ocorreu um aumento de 50% na acidez.
- II. a 18<sup>a</sup> amostra é a menos ácida dentre as expostas.
- III. a 8<sup>a</sup> amostra é dez vezes mais ácida que a 14<sup>a</sup>.
- IV. as únicas amostras de chuvas denominadas ácidas são a 6<sup>a</sup> e a 8<sup>a</sup>.

São corretas apenas as afirmativas

- a) I e II.
- b) II e IV.
- c) I, II e IV.
- d) I, III e IV.
- e) II, III e IV.

2. - (ENEM) Há estudos que apontam razões econômicas e ambientais para que o gás natural possa vir a tornar-se, ao longo deste século, a principal fonte de energia em lugar do petróleo. Justifica-se essa previsão, entre outros motivos, porque o gás natural

- a) além de muito abundante na natureza é um combustível renovável.
- b) tem novas jazidas sendo exploradas e é menos poluente que o petróleo.
- c) vem sendo produzido com sucesso a partir do carvão mineral.
- d) pode ser renovado em escala de tempo muito inferior à do petróleo.
- e) não produz  $CO_2$  em sua queima, impedindo o efeito estufa.

3. - (ENEM) Diretores de uma grande indústria siderúrgica, para evitar o desmatamento e adequar a empresa às normas de proteção ambiental, resolveram mudar o combustível dos fornos da indústria. O carvão vegetal foi então substituído pelo carvão mineral. Entretanto, foram observadas alterações ecológicas graves em um riacho das imediações, tais como a morte dos peixes e dos vegetais ribeirinhos. Tal fato pode ser justificado em decorrência

- a) da diminuição de resíduos orgânicos na água do riacho, reduzindo a demanda de oxigênio na água.
- b) do aquecimento da água do riacho devido ao monóxido

de carbono liberado na queima do carvão.

c) da formação de ácido clorídrico no riacho a partir de produtos da combustão na água, diminuindo o pH.

d) do acúmulo de elementos no riacho, tais como, ferro, derivados do novo combustível utilizado.

e) da formação de ácido sulfúrico no riacho a partir dos óxidos de enxofre liberados na combustão.

4. - (ENEM) Os ingredientes que compõem uma gotícula de nuvem são o vapor de água e um núcleo de condensação de nuvens (NCN). Em torno desse núcleo, que consiste em uma minúscula partícula em suspensão no ar, o vapor de água se condensa, formando uma gotícula microscópica, que, devido a uma série de processos físicos, cresce até precipitar-se como chuva.

Na floresta Amazônica, a principal fonte natural de NCN é a própria vegetação. As chuvas de nuvens baixas, na estação chuvosa, devolvem os NCNs, aerossóis, à superfície, praticamente no mesmo lugar em que foram gerados pela floresta. As nuvens altas são carregadas por ventos mais intensos, de altitude, e viajam centenas de quilômetros de seu local de origem, exportando as partículas contidas no interior das gotas de chuva. Na Amazônia, cuja taxa de precipitação é uma das mais altas do mundo, o ciclo de evaporação e precipitação natural é altamente eficiente.

Com a chegada, em larga escala, dos seres humanos à Amazônia, ao longo dos últimos 30 anos, parte dos ciclos naturais está sendo alterada. As emissões de poluentes atmosféricos pelas queimadas, na época da seca, modificam as características físicas e químicas da atmosfera amazônica, provocando o seu aquecimento, com modificação do perfil natural da variação da temperatura com a altura, o que torna mais difícil a formação de nuvens.

*Paulo Artaxo et al. O mecanismo da floresta para fazer chover. In: Scientific American Brasil, ano 1, nº 11, abr./2003, p. 38-45 (com adaptações).*

Na Amazônia, o ciclo hidrológico depende fundamentalmente

- a) da produção de  $CO_2$  oriundo da respiração das árvores.
- b) da evaporação, da transpiração e da liberação de aerossóis que atuam como NCNs.
- c) das queimadas, que produzem gotículas microscópicas de água, as quais crescem até se precipitarem como chuva.
- d) das nuvens de maior altitude, que trazem para a floresta NCNs produzidos a centenas de quilômetros de seu local de origem.
- e) da intervenção humana, mediante ações que modificam as características físicas e químicas da atmosfera da região.

5. - (UFMG) O efeito estufa, causado pelo acúmulo de gás carbônico,  $CO_2$ , na atmosfera, tem contribuído para um significativo aumento da temperatura média da Terra. Todas as alternativas apresentam processos que produzem gás carbônico, EXCETO

- a) A fabricação de cal,  $CaO$ , pelo aquecimento de carbonato de cálcio,  $CaCO_3$ .
- b) A fotossíntese realizada pelas plantas.

- c) A queima de combustível por um motor de automóvel.  
 d) A queima de gás em um fogão.  
 e) A queimada de florestas.
6. (UNESP) A queima dos combustíveis fósseis (carvão e petróleo), assim como dos combustíveis renováveis (etanol, por exemplo), produz  $CO_2$  que é lançado na atmosfera, contribuindo para o efeito estufa e possível aquecimento global. Por qual motivo o uso do etanol é preferível ao da gasolina?
- a) O etanol é solúvel em água.  
 b) O  $CO_2$  produzido na queima dos combustíveis fósseis é mais tóxico do que aquele produzido pela queima do etanol.  
 c) O  $CO_2$  produzido na queima da gasolina contém mais isótopos de carbono-14 do que aquele produzido pela queima do etanol.  
 d) O  $CO_2$  produzido na queima do etanol foi absorvido recentemente da atmosfera.  
 e) O carbono do etanol é proveniente das águas subterrâneas.
7. (Mackenzie-SP) Uma teoria sobre o aquecimento global da Terra propõe que a elevação da temperatura está relacionada, principalmente, com o crescente aumento do teor de gás carbônico atmosférico. O gás carbônico, assim como os vidros transparentes de uma estufa usada no cultivo de flores, permite a entrada de luz solar, mas dificulta a dissipação do calor para o espaço. Esse comportamento
- a) é a causa da chuva ácida.  
 b) leva à destruição da camada de ozônio.  
 c) provoca a solidificação de grandes massas de água nos solos.  
 d) é, possivelmente, minimizado pela presença de alguns aerossóis (partículas em suspensão na atmosfera), que rebatem a luz solar, diminuindo a radiação que aquece a Terra.  
 e) não interfere na temperatura da superfície do planeta.
8. (ENEM) Com relação aos efeitos sobre o ecossistema, pode-se afirmar que:
- I. as chuvas ácidas poderiam causar a diminuição do pH da água de um lago, o que acarretaria a morte de algumas espécies, rompendo a cadeia alimentar.  
 II. as chuvas ácidas poderiam provocar acidificação do solo, o que prejudicaria o crescimento de certos vegetais.  
 III. as chuvas ácidas causam danos se apresentarem valor de pH maior que o da água destilada.
- Dessas afirmativas está(ão) correta(s):
- a) I, apenas.  
 b) III, apenas.  
 c) I e II, apenas.  
 d) II e III, apenas.  
 e) I e III, apenas.
9. (ENEM) Encontram-se descritas a seguir algumas das

características das águas que servem três diferentes regiões.

Região I - Qualidade da água pouco comprometida por cargas poluidoras, casos isolados de mananciais comprometidos por lançamento de esgotos; assoreamento de alguns mananciais.

Região II - Qualidade comprometida por cargas poluidoras urbanas e industriais; área sujeita a inundações; exportação de carga poluidora para outras unidades hidrográficas.

Região III - Qualidade comprometida por cargas poluidoras domésticas e industriais e por lançamento de esgotos; problemas isolados de inundação; uso da água para irrigação. De acordo com essas características, pode-se concluir que:

- a) a região I é de alta densidade populacional, com pouca ou nenhuma estação de tratamento de esgoto.  
 b) na região I ocorrem tanto atividades agrícolas como industriais, com práticas agrícolas que estão evitando a erosão do solo.  
 c) a região II tem predominância de atividade agrícola, muitas pastagens e parque industrial inexpressivo.  
 d) na região III ocorrem tanto atividades agrícolas como industriais, com pouca ou nenhuma estação de tratamento de esgotos.  
 e) a região III é de intensa concentração industrial e urbana, com solo impermeabilizado e com amplo tratamento de esgotos.
10. (ENEM) Atualmente, sistemas de purificação de emissões poluidoras estão sendo exigidos por lei em um número cada vez maior de países. O controle das emissões de dióxido de enxofre gasoso, provenientes da queima de carvão que contém enxofre, pode ser feito pela reação desse gás com uma suspensão de hidróxido de cálcio em água, sendo formado um produto não poluidor do ar. A queima do enxofre e a reação do dióxido de enxofre com o hidróxido de cálcio, bem como as massas de algumas das substâncias envolvidas nessas reações, podem ser assim representadas:
- $$\text{enxofre (32 g) + oxigênio (32 g)} \rightarrow \text{dióxido de enxofre (64 g)}$$
- $$\text{dióxido de enxofre (64 g) + hidróxido de cálcio (74 g)} \rightarrow \text{produto não poluidor}$$
- Dessa forma, para absorver todo o dióxido de enxofre produzido pela queima de uma tonelada de carvão (contendo 1% de enxofre), é suficiente a utilização de uma massa de hidróxido de cálcio de, aproximadamente,
- a) 23 kg.  
 b) 43 kg.  
 c) 64 kg.  
 d) 74 kg.  
 e) 138 kg.
11. (ENEM) Numa rodovia pavimentada, ocorreu o tombamento de um caminhão que transportava ácido sulfúrico concentrado. Parte da sua carga fluiu para um curso d'água não poluído que deve ter sofrido, como con-

sequência,

- I. mortandade de peixes acima da normal no local do derrame de ácido e em suas proximidades.
- II. variação do pH em função da distância e da direção da corrente de água.
- III. danos permanentes na qualidade de suas águas.
- IV. aumento momentâneo da temperatura da água no local do derrame.

É correto afirmar que, dessas consequências, apenas podem ocorrer

- a) I e II.
- b) II e III.
- c) II e IV.
- d) I, II e IV.
- e) II, III e IV.

12. (ENEM) Em um debate sobre o futuro do setor de transporte de uma grande cidade brasileira com trânsito intenso, foi apresentado um conjunto de propostas. Entre as propostas reproduzidas abaixo, aquela que atende, ao mesmo tempo, a implicações sociais e ambientais presentes nesse setor é

- a) proibir o uso de combustíveis produzidos a partir de recursos naturais.
- b) promover a substituição de veículos a diesel por veículos a gasolina.
- c) incentivar a substituição do transporte individual por transportes coletivos.
- d) aumentar a importação de diesel para substituir os veículos a álcool.
- e) diminuir o uso de combustíveis voláteis devido ao perigo que representam.

13. (ENEM) Qual dos compostos seguintes tem grande aplicação na fabricação de explosivos?

- a)  $HCl$ .
- b)  $H_2SO_4$ .
- c)  $HNO_3$ .
- d)  $NH_3$ .
- e)  $NaOH$ .

14. (ENEM) Qual dos seguintes compostos é usado na fabricação do sabão?

- a)  $HCl$ .
- b)  $H_2SO_4$ .
- c)  $HNO_3$ .
- d)  $NaOH$ .
- e)  $Ca(OH)_2$ .

15. (ENEM) Qual dos compostos seguintes não é poluente atmosférico?

- a)  $CO$ .
- b)  $CO_2$ .

- c)  $SO_2$ .
- d)  $NO_2$ .
- e)  $O_3$ .

16. (ENEM) Qual o principal responsável pelo efeito estufa?

- a)  $CO$ .
- b)  $CO_2$ .
- c)  $SO_2$ .
- d)  $NO_2$ .
- e)  $O_3$ .

17. (ENEM) Os motores de explosão produzem poluentes atmosféricos ( $CO$ ,  $NO$ , etc.). Nos carros modernos, conversores catalíticos promovem a transformação química dessas substâncias em outras, não poluentes, tais como:

- a)  $CO_2$  e  $H_2N$ .
- b)  $N_2O$  e  $NO_2$ .
- c)  $NH_3$  e  $N_2$ .
- d)  $CO_2$  e  $N_2$ .
- e)  $CO_2$  e  $HNO_3$ .

18. (ENEM) Em tempo de seca são comuns queimadas nas florestas. No ar atmosférico que envolve uma queimada, a concentração de oxigênio e a de vapor d'água, respectivamente:

- a) aumenta - diminui
- b) aumenta - aumenta
- c) diminui - aumenta
- d) diminui - diminui
- e) diminui - não se altera

19. (FGV-SP) A inversão térmica é um fenômeno bastante conhecido nas grandes cidades como São Paulo e Cidade do México. Além da falta de ventos, é correto afirmar que o acúmulo de poluentes deve-se:

- a) ao ar frio mais denso que não sobe, não ocorrendo a circulação vertical.
- b) ao ar quente mais denso que não sobe, não ocorrendo a circulação vertical.
- c) ao ar quente menos denso que não sobe, permitindo a circulação vertical.
- d) ao ar frio menos denso que não sobe, não ocorrendo a circulação vertical.
- e) ao ar quente e ao ar frio que sobem, permitindo a circulação vertical.

20. (FGV-SP) O fenômeno a que chamam "inversão térmica" consiste na:

- a) mudança brusca de temperatura causando as tempestades de verão frequentes em São Paulo.
- b) mudança brusca de temperatura na Amazônia em decorrência de massas polares que ingressam pela bacia do Paraná, passando pelo Centro Oeste e alcançando o Norte do Brasil.
- c) interposição de camadas quentes de ar entre camadas

frias localizadas a uma certa altitude impedindo a dispersão de poluentes atmosféricos para camadas superiores.  
**d)** mudança de temperatura do mar pela presença de enormes quantidades de poluentes biodegradáveis cuja digestão é essencialmente exotérmica.

**e)** mudança lenta e gradual da temperatura das camadas médias da atmosfera ocasionada por reações endotérmicas entre poluentes industriais.

21. (FGV-SP) Qual dos seguintes compostos não contribui com a tendência de aquecimento global?

- a)  $SO_2$ .
- b)  $CO_2$ .
- c) Clorofluorcarbonos.
- d)  $CH_4$ .
- e)  $N_2O$ .

22. (PUCCAMP-SP) A queima de combustíveis fósseis, como o carvão mineral, provoca poluição atmosférica responsável:

- a) pelo efeito estufa, além de ser um dos responsáveis pelas inversões térmicas.
- b) pelas ilhas de calor, além de contribuir para o aumento do buraco da camada de ozônio.
- c) pela chuva ácida, além de ser um dos geradores do efeito estufa.
- d) pelo aumento do buraco da camada de ozônio, além de contribuir para o aumento das amplitudes térmicas.
- e) pelas inversões térmicas, além de ser um dos responsáveis pela formação das ilhas de calor.

23. (PUCCAMP-SP) Muitos dizem que, nos grandes centros urbanos, o ar é “visível” devido à poluição por \_\_\_\_\_(I). É propício a formação de “chuva ácida” porque contém \_\_\_\_\_(II) e \_\_\_\_\_(III), entre outros poluentes, cuja concentração é maior nos períodos em que há \_\_\_\_\_(IV).

As lacunas I, II, III e IV são corretamente preenchidas por:

- a) partículas sólidas -  $CO_2$  -  $H_2O$  - efeito estufa.
- b)  $CO$  -  $NO_2$  -  $SO_2$  - inversão térmica.
- c) partículas sólidas -  $CO$  -  $NO$  - efeito estufa.
- d) partículas sólidas -  $NO_2$  -  $SO_2$  - inversão térmica.
- e)  $NO_2$  -  $CO$  -  $SO_2$  - efeito estufa.

24. (ENEM) Assinale a alternativa na qual os combustíveis estão em ordem crescente do impacto ambiental produzido:

- a) etanol < gasolina < diesel
- b) diesel < gasolina < etanol
- c) gasolina < etanol < diesel
- d) etanol < diesel < gasolina
- e) gasolina < diesel < etanol

25. (PUCCAMP-SP) Em situações distintas, admita que ocorram vazamentos, para o meio ambiente, de:

- I. gás clorídrico (cloreto de hidrogênio)
- II. resíduos radioativos
- III. anidrido sulfúrico
- IV. freon (composto cloro-flúor-carbonado)

Para diminuir danos ambientais, pode-se, eventualmente, fazer uso de reagentes com propriedades básicas nas ocorrências:

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) I e IV.
- d) II e III.
- e) II e IV.

26. (FUVEST-SP) A redução da acidez de solos, impróprios para algumas culturas, pode ser feita tratando-os com

- a) gesso ( $CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$ ).
- b) salitre ( $NaNO_3$ ).
- c) calcário ( $CaCO_3$ ).
- d) sal marinho ( $NaCl$ ).
- e) sílica ( $SiO_2$ ).

27. (UNESP-SP) O solo do cerrado é ácido. Para diminuir a acidez, deve-se adicionar ao solo

- a)  $CaSO_4$ .
- b)  $KCl$ .
- c)  $NH_4NO_3$ .
- d)  $(H_2N)_2CO$ .
- e)  $CaCO_3$ .

28. (MACKENZIE-SP) Na decomposição térmica do calcário ( $CaCO_3$ ), obtêm-se um gás e um sólido branco chamado de cal viva ou virgem, que, por sua vez, ao reagir com água, forma a CAL EXTINTA, cuja fórmula é:

- a)  $CaC_2$
- b)  $Ca(OH)_2$
- c)  $CaO$
- d)  $CO_2$
- e)  $H_2CO_3$

29. (MACKENZIE-SP) O suco gástrico necessário à digestão contém ácido clorídrico que, em excesso, pode provocar “dor de estômago”. Neutraliza-se esse ácido, sem risco, ingerindo-se:

- a) solução aquosa de base forte ( $NaOH$ ).
- b) solução aquosa de cloreto de sódio.
- c) suspensão de base fraca ( $Al(OH)_3$ ).
- d) somente água.
- e) solução concentrada de ácido sulfúrico.

30. (FAAP-SP) O creme dental é básico, porque:

- a) produz dentes mais brancos.
- b) a saliva é ácida.
- c) tem gosto melhor.

- d) se fosse ácido, iria corroer o tubo (bisnaga).  
e) produz mais espuma.
31. (ENEM) Chuva ácida é o termo utilizado para designar precipitações com valores de pH inferiores a 5,6. As principais substâncias que contribuem para esse processo são os óxidos de nitrogênio e de enxofre provenientes da queima de combustíveis fósseis e, também, de fontes naturais. Os problemas causados pela chuva ácida ultrapassam fronteiras políticas regionais e nacionais. A amplitude geográfica dos efeitos da chuva ácida está relacionada principalmente com
- a) a circulação atmosférica e a quantidade de fontes emissoras de óxidos de nitrogênio e de enxofre.  
b) a quantidade de fontes emissoras de óxidos de nitrogênio e de enxofre e a rede hidrográfica.  
c) a topografia do local das fontes emissoras de óxidos de nitrogênio e de enxofre e o nível dos lençóis freáticos.  
d) a quantidade de fontes emissoras de óxidos de nitrogênio e de enxofre e o nível dos lençóis freáticos.  
e) a rede hidrográfica e a circulação atmosférica.
32. (ENEM) As florestas tropicais úmidas contribuem muito para a manutenção da vida no planeta, por meio do chamado sequestro de carbono atmosférico. Resultados de observações sucessivas, nas últimas décadas, indicam que a floresta amazônica é capaz de absorver até 300 milhões de toneladas de carbono por ano. Conclui-se, portanto, que as florestas exercem importante papel no controle
- a) das chuvas ácidas, que decorrem da liberação, na atmosfera, do dióxido de carbono resultante dos desmatamentos por queimadas.  
b) das inversões térmicas, causadas pelo acúmulo de dióxido de carbono resultante da não-dispersão dos poluentes para as regiões mais altas da atmosfera.  
c) da destruição da camada de ozônio, causada pela liberação, na atmosfera, do dióxido de carbono contido nos gases do grupo dos clorofluorcarbonos.  
d) do efeito estufa provocado pelo acúmulo de carbono na atmosfera, resultante da queima de combustíveis fósseis, como carvão mineral e petróleo.  
e) da eutrofização das águas, decorrente da dissolução, nos rios, do excesso de dióxido de carbono presente na atmosfera.
33. (ENEM) À produção industrial de celulose e de papel estão associados alguns problemas ambientais. Um exemplo são os odores característicos dos compostos voláteis de enxofre (mercaptanas) que se formam durante a remoção da lignina da principal matéria-prima para a obtenção industrial das fibras celulósicas que formam o papel: a madeira. É nos estágios de branqueamento que se encontra um dos principais problemas ambientais causados pelas indústrias de celulose. Reagentes como cloro e hipoclorito de sódio reagem com a lignina residual, levando à formação de compostos organoclorados. Esses compostos, presentes na água industrial, despejada em grande quantidade nos rios pelas indústrias de papel, não são biodegradáveis e acumulam-se nos tecidos vegetais e animais, podendo levar

a alterações genéticas.

*Celênia P. Santos et al. Papel: como se fabrica? In: Química nova na escola, n.º. 14, nov./2001, p. 3-7 (com adaptações).*

Para se diminuir os problemas ambientais decorrentes da fabricação do papel, é recomendável

- a) a criação de legislação mais branda, a fim de favorecer a fabricação de papel biodegradável.  
b) a diminuição das áreas de reflorestamento, com o intuito de reduzir o volume de madeira utilizado na obtenção de fibras celulósicas.  
c) a distribuição de equipamentos de desodorização à população que vive nas adjacências de indústrias de produção de papel.  
d) o tratamento da água industrial, antes de retorná-la aos cursos d'água, com o objetivo de promover a degradação dos compostos orgânicos solúveis.  
e) o recolhimento, por parte das famílias que habitam as regiões circunvizinhas, dos resíduos sólidos gerados pela indústria de papel, em um processo de coleta seletiva de lixo.
34. (ENEM) A ocupação predatória associada à expansão da fronteira agropecuária e acelerada pelo plantio da soja tem deflagrado, com a perda da cobertura vegetal, a diminuição da biodiversidade, a erosão do solo, a escassez e a contaminação dos recursos hídricos no bioma cerrado. Segundo ambientalistas, o cerrado brasileiro corre o risco de se transformar em um deserto.
- A respeito desse assunto, analise as afirmações abaixo.
- I. Considerando-se que, em 2006, restem apenas 25% da cobertura vegetal original do cerrado e que, desse percentual, 3% sejam derrubados a cada ano, estima-se que, em 2030, o cerrado brasileiro se transformará em deserto.  
II. Sabe-se que a eventual extinção do bioma cerrado, dada a pobreza que o caracteriza, não causará impacto sistêmico no conjunto dos biomas brasileiros.  
III. A substituição de agrotóxicos por bioinseticidas reduz a contaminação dos recursos hídricos no bioma cerrado.
- É correto o que se afirma
- a) apenas em I.  
b) apenas em III.  
c) apenas em I e II.  
d) apenas em II e III.  
e) em I, II e III.
35. (ENEM) Devido ao aquecimento global e à consequente diminuição da cobertura de gelo no Ártico, aumenta a distância que os ursos polares precisam nadar para encontrar alimentos. Apesar de exímios nadadores, eles acabam morrendo afogados devido ao cansaço.

a) situação descrita acima A enfoca o problema da interrupção da cadeia alimentar, o qual decorre das variações climáticas.

b) alerta para prejuízos que o aquecimento global pode acarretar à biodiversidade no Ártico.

c) ressalta que o aumento da temperatura decorrente de mudanças climáticas permite o surgimento de novas espécies.

d) mostra a importância das características das zonas frias para a manutenção de outros biomas na Terra.

e) evidencia a autonomia dos seres vivos em relação ao habitat, visto que eles se adaptam rapidamente às mudanças nas condições climáticas.

36. (ENEM) 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 de 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.

*Internet: [jbonline.terra.com.br](http://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.

37. (ENEM) Usada para dar estabilidade aos navios, a água de lastro acarreta grave problema ambiental: ela introduz indevidamente, no país, espécies indesejáveis do ponto de vista ecológico e sanitário, a exemplo do mexilhão dourado, molusco originário da China. Trazido para o Brasil pelos navios mercantes, o mexilhão dourado foi encontrado na bacia Paraná-Paraguai em 1991. A disseminação desse molusco e a ausência de predadores para conter o crescimento da população de moluscos causaram vários problemas, como o que ocorreu na hidrelétrica de Itaipu, onde o mexilhão alterou a rotina de manutenção das turbinas, acarretando prejuízo de US\$ 1 milhão por dia, devido à paralisação do sistema. Uma das estratégias utilizadas para diminuir o problema é acrescentar gás cloro à água, o que reduz em cerca de 50% a taxa de reprodução da espécie.

*GTÁGUAS, MPF, 4<sup>a</sup>. CCR, ano 1, n.º. 2, maio/2007 (com adaptações).*

De acordo com as informações acima, o despejo da água de lastro

a) é ambientalmente benéfico por contribuir para a seleção natural das espécies e, conseqüentemente, para a evolução delas.

b) trouxe da China um molusco, que passou a compor a flora aquática nativa do lago da hidrelétrica de Itaipu.

c) causou, na usina de Itaipu, por meio do microrganismo invasor, uma redução do suprimento de água para as turbinas.

d) introduziu uma espécie exógena na bacia Paraná-Paraguai, que se disseminou até ser controlada por seus predadores naturais.

e) motivou a utilização de um agente químico na água como uma das estratégias para diminuir a reprodução do mexilhão dourado.

38. (ENEM) Um dos insumos energéticos que volta a ser considerado como opção para o fornecimento de petróleo é o aproveitamento das reservas de folhelhos pirobetuminosos, mais conhecidos como xistos pirobetuminosos. As ações iniciais para a exploração de xistos pirobetuminosos são anteriores à exploração de petróleo, porém as dificuldades inerentes aos diversos processos, notadamente os altos custos de mineração e de recuperação de solos minerados, contribuíram para impedir que essa atividade se expandisse.

O Brasil detém a segunda maior reserva mundial de xisto. O xisto é mais leve que os óleos derivados de petróleo, seu uso não implica investimento na troca de equipamentos e ainda reduz a emissão de particulados pesados, que causam fumaça e fuligem. Por ser fluido em temperatura ambiente, é mais facilmente manuseado e armazenado.

*Internet: [www2.petrobras.com.br](http://www2.petrobras.com.br) (com adaptações).*

A substituição de alguns óleos derivados de petróleo pelo óleo derivado do xisto pode ser conveniente por motivos

a) ambientais: a exploração do xisto ocasiona pouca interferência no solo e no subsolo.

b) técnicos: a fluidez do xisto facilita o processo de produção de óleo, embora seu uso demande troca de equipamentos.

c) econômicos: é baixo o custo da mineração e da produção de xisto.

d) políticos: a importação de xisto, para atender o mercado interno, ampliará alianças com outros países.

e) estratégicos: a entrada do xisto no mercado é oportuna diante da possibilidade de aumento dos preços do petróleo.

39. (ENEM) Confirmada pelos cientistas e já sentida pela população mundial, a mudança climática global é hoje o principal desafio socioambiental a ser enfrentado pela humanidade. Mudança climática é o nome que se dá ao conjunto de alterações nas condições do clima da Terra pelo acúmulo de seis tipos de gases na atmosfera - sendo os principais o dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e o metano ( $CH_4$ ) - emitidos em quantidade excessiva através da queima de combustíveis (petróleo e carvão) e do uso inadequado do



solo.

*SANTILLI, M. Mudança climática global. Almanaque Brasil Socioambiental 2008. São Paulo, 2007 (adaptado).*

Suponha que, ao invés de superaquecimento, o planeta sofresse uma queda de temperatura, resfriando-se como numa era glacial, nesse caso

- a) a camada de geleiras, bem como o nível do mar, diminuiriam.
- b) as geleiras aumentariam, acarretando alterações no relevo do continente e no nível do mar.
- c) o equilíbrio do clima do planeta seria restabelecido, uma vez que ele está em processo de aquecimento.
- d) a fauna e a flora das regiões próximas ao círculo polar ártico e antártico nada sofreriam com a glaciação.
- e) os centros urbanos permaneceriam os mesmos, sem prejuízo à população humana e ao seu desenvolvimento.

40. (ENEM) Potencializado pela necessidade de reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa, o desenvolvimento de fontes de energia renováveis e limpas dificilmente resultará em um modelo hegemônico. A tendência é que cada país crie uma combinação própria de matrizes, escolhida entre várias categorias de biocombustíveis, a energia solar ou a eólica e, mais tarde, provavelmente o hidrogênio, capaz de lhe garantir eficiência energética e ajudar o mundo a atenuar os efeitos das mudanças climáticas. O hidrogênio, em um primeiro momento, poderia ser obtido a partir de hidrocarbonetos ou de carboidratos.

*Disponível em: <http://www.revistapesquisa.fapesp.br>. Acesso em: mar. 2007 (adaptado).*

Considerando as fontes de hidrogênio citadas, a de menor impacto ambiental seria

- a) aquela obtida de hidrocarbonetos, pois possuem maior proporção de hidrogênio por molécula.
- b) aquela de carboidratos, por serem estes termodinamicamente mais estáveis que os hidrocarbonetos.
- c) aquela de hidrocarbonetos, pois o carvão resultante pode ser utilizado também como fonte de energia.
- d) aquela de carboidratos, uma vez que o carbono resultante pode ser fixado pelos vegetais na próxima safra.
- e) aquela de hidrocarbonetos, por estarem ligados a carbonos tetraédricos, ou seja, que apresentam apenas ligações simples.

41. (ENEM) Nas últimas décadas os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de atividades antrópicas, tais como mineração, construção de barragens, desvio do curso natural de rios, lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados, desmatamento e uso inadequado do solo próximo aos leitos, superexploração dos recursos pesqueiros, introdução de espécies exóticas, entre outros. Como consequência, tem-se observado expressiva queda da qualidade da água e perda da biodiversidade aquática, em função da desestruturação

dos ambientes físico, químico e biológico. A avaliação de impactos ambientais nesses ecossistemas tem sido realizada através da medição de alterações nas concentrações de variáveis físicas e químicas da água. Este sistema de monitoramento, juntamente com a avaliação de variáveis biológicas, é fundamental para a classificação de rios e córregos em classes de qualidade de água e padrões de potabilidade e balneabilidade humanas.

*DAVE, M.; GOULART, C., M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudo de impacto ambiental.*

*Disponível em: <http://www.icb.ufmg.br>. Acesso em: 9 jan. 2009 (adaptado).*

Se um pesquisador pretende avaliar variáveis biológicas de determinado manancial, deve escolher os testes de

- a) teor de oxigênio dissolvido e de temperatura e turbidez da água.
- b) teor de nitrogênio amoniacal e de temperatura e turbidez da água.
- c) densidade populacional de cianobactérias e de invertebrados bentônicos.
- d) densidade populacional de cianobactérias e do teor de alumínio dissolvido.
- e) teor de nitrogênio amoniacal e de densidade populacional de invertebrados bentônicos.

42. (ENEM) Em grandes metrópoles, devido a mudanças na superfície terrestre - asfalto e concreto em excesso, por exemplo - formam-se ilhas de calor. A resposta da atmosfera a esse fenômeno é a precipitação convectiva. Isso explica a violência das chuvas em São Paulo, onde as ilhas de calor chegam a ter 2 a 3 graus centígrados de diferença em relação ao seu entorno.

*Revista Terra da Gente. Ano 5, n°- 60, Abril 2009 (adaptado).*

As características físicas, tanto do material como da estrutura projetada de uma edificação, são a base para compreensão de resposta daquela tecnologia construtiva em termos de conforto ambiental. Nas mesmas condições ambientais (temperatura, umidade e pressão), uma quadra terá melhor conforto térmico se

- a) pavimentada com material de baixo calor específico, pois quanto menor o calor específico de determinado material, menor será a variação térmica sofrida pelo mesmo ao receber determinada quantidade de calor.
- b) pavimentada com material de baixa capacidade térmica, pois quanto menor a capacidade térmica de determinada estrutura, menor será a variação térmica sofrida por ela ao receber determinada quantidade de calor.
- c) pavimentada com material de alta capacidade térmica, pois quanto maior a capacidade térmica de determinada estrutura, menor será a variação térmica sofrida por ela ao receber determinada quantidade de calor.
- d) possuir um sistema de vaporização, pois ambientes mais úmidos permitem uma mudança de temperatura lenta, já

que o vapor d'água possui a capacidade de armazenar calor sem grandes alterações térmicas, devido ao baixo calor específico da água (em relação à madeira, por exemplo).

e) possuir um sistema de sucção do vapor d'água, pois ambientes mais secos permitem uma mudança de temperatura lenta, já que o vapor d'água possui a capacidade de armazenar calor sem grandes alterações térmicas, devido ao baixo calor específico da água (em relação à madeira, por exemplo).

43. (ENEM) O mar de Aral, um lago de água salgada localizado em área da antiga União Soviética, tem sido explorado por um projeto de transferência de água em larga escala desde 1960. Por meio de um canal com mais de 1.300 km, enormes quantidades de água foram desviadas do lago para a irrigação de plantações de arroz e algodão. Aliado às altas taxas de evaporação e às fortes secas da região, o projeto causou um grande desastre ecológico e econômico, e trouxe muitos problemas de saúde para a população. A salinidade do lago triplicou, sua área superficial diminuiu 58% e seu volume, 83%. Cerca de 85% das áreas úmidas da região foram eliminadas e quase metade das espécies locais de aves e mamíferos desapareceu. Além disso, uma grande área, que antes era o fundo do lago, foi transformada em um deserto coberto de sal branco e brilhante, visível em imagens de satélite.

MILLER, JR., G. T. *Ciência Ambiental*. São Paulo: Editora Thomson, 2007 (adaptado).

Suponha que tenha sido observada, em uma vila rural localizada a 100 km de distância do mar de Aral, alguns anos depois da implantação do projeto descrito, significativa diminuição na produtividade das lavouras, aumento da salinidade das águas e problemas de saúde em sua população. Esses sintomas podem ser efeito

- a) da perda da biodiversidade da região.  
 b) da seca dos rios da região sob a influência do projeto.  
 c) da perda de áreas úmidas nos arredores do mar de Aral.  
 d) do sal trazido pelo vento, do mar de Aral para a vila rural.  
 e) dos herbicidas utilizados nas lavouras de arroz e algodão do projeto.
44. (ENEM) A atmosfera terrestre é composta pelos gases nitrogênio ( $N_2$ ) e oxigênio ( $O_2$ ), que somam cerca de 99%, e por gases traços, entre eles o gás carbônico ( $CO_2$ ), vapor de água ( $H_2O$ ), metano ( $CH_4$ ), ozônio ( $O_3$ ) e o óxido nitroso ( $N_2O$ ), que compõem o restante 1% do ar que respiramos. Os gases traços, por serem constituídos por pelo menos três átomos, conseguem absorver o calor irradiado pela Terra, aquecendo o planeta. Esse fenômeno, que acontece há bilhões de anos, é chamado de efeito estufa. A partir da Revolução Industrial (século XIX), a concentração de gases traços na atmosfera, em particular o  $CO_2$ , tem aumentado significativamente, o que resultou no aumento da temperatura em escala global. Mais recentemente, outro fator tornou-se diretamente envolvido no aumento da concentração de  $CO_2$  na atmosfera: o desmatamento.

BROWN, I. F.; ALECHANDRE, A. S. *Conceitos básicos sobre clima, carbono, florestas e comunidades*. A.G. Moreira & S. Schwartzman. *As mudanças climáticas globais e os ecossistemas brasileiros*. Brasília: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2000 (adaptado).

Considerando o texto, uma alternativa viável para combater o efeito estufa é

- a) A reduzir o calor irradiado pela Terra mediante a substituição da produção primária pela industrialização refrigerada.  
 b) promover a queima da biomassa vegetal, responsável pelo aumento do efeito estufa devido à produção de  $CH_4$ .  
 c) reduzir o desmatamento, mantendo-se, assim, o potencial da vegetação em absorver o  $CO_2$  da atmosfera.  
 d) aumentar a concentração atmosférica de  $H_2O$ , molécula capaz de absorver grande quantidade de calor.  
 e) remover moléculas orgânicas polares da atmosfera, diminuindo a capacidade delas de reter calor.
45. (ENEM) A economia moderna depende da disponibilidade de muita energia em diferentes formas, para funcionar e crescer. No Brasil, o consumo total de energia pelas indústrias cresceu mais de quatro vezes no período entre 1970 e 2005. Enquanto os investimentos em energias limpas e renováveis, como solar e eólica, ainda são incipientes, ao se avaliar a possibilidade de instalação de usinas geradoras de energia elétrica, diversos fatores devem ser levados em consideração, tais como os impactos causados ao ambiente e às populações locais.

RICARDO, B.; CAMPANILI, M. *Almanaque Brasil Socioambiental*. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2007 (adaptado).

Em uma situação hipotética, optou-se por construir uma usina hidrelétrica em região que abrange diversas quedas d'água em rios cercados por mata, alegando-se que causaria impacto ambiental muito menor que uma usina termelétrica. Entre os possíveis impactos da instalação de uma usina hidrelétrica nessa região, inclui-se

- a) a poluição da água por metais da usina.  
 b) a destruição do habitat de animais terrestres.  
 c) o aumento expressivo na liberação de  $CO_2$  para a atmosfera.  
 d) o consumo não renovável de toda água que passa pelas turbinas.  
 e) o aprofundamento no leito do rio, com a menor deposição de resíduos no trecho de rio anterior à represa.
46. (ENEM) O cultivo de camarões de água salgada vem se desenvolvendo muito nos últimos anos na região Nordeste do Brasil e, em algumas localidades, passou a ser a principal atividade econômica. Uma das grandes preocupações dos impactos negativos dessa atividade está relacionada à descarga, sem nenhum tipo de tratamento, dos efluentes dos viveiros diretamente no ambiente marinho, em estuários ou em manguezais. Esses efluentes possuem matéria orgânica particulada e dissolvida, amônia, nitrito, nitrato, fosfatos,

partículas de sólidos em suspensão e outras substâncias que podem ser consideradas contaminantes potenciais.

CASTRO, C. B.; ARAGÃO, J. S.; COSTA-LOTUFO, L. V. *Monitoramento da toxicidade de efluentes de uma fazenda de cultivo de camarão marinho. Anais do IX Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia, 2006 (adaptado).*

Suponha que tenha sido construída uma fazenda de carcinicultura próximo a um manguezal. Entre as perturbações ambientais causadas pela fazenda, espera-se que

- a) a atividade microbiana se torne responsável pela reciclagem do fósforo orgânico excedente no ambiente marinho.
- b) a relativa instabilidade das condições marinhas torne as alterações de fatores físico-químicos pouco críticas à vida no mar.
- c) a amônia excedente seja convertida em nitrito, por meio do processo de nitrificação, e em nitrato, formado como produto intermediário desse processo.
- d) os efluentes promovam o crescimento excessivo de plantas aquáticas devido à alta diversidade de espécies vegetais permanentes no manguezal.
- e) o impedimento da penetração da luz pelas partículas em suspensão venha a comprometer a produtividade primária do ambiente marinho, que resulta da atividade metabólica do fitoplâncton.

47. (ENEM) O homem construiu sua história por meio do constante processo de ocupação e transformação do espaço natural. Na verdade, o que variou, nos diversos momentos da experiência humana, foi a intensidade dessa exploração.

Disponível em: <http://www.simposioreformaagraria.propp.ufu.br>. Acesso em: 09 jul. 2009 (adaptado).

Uma das consequências que pode ser atribuída à crescente intensificação da exploração de recursos naturais, facilitada pelo desenvolvimento tecnológico ao longo da história, é

- a) a diminuição do comércio entre países e regiões, que se tornaram autossuficientes na produção de bens e serviços.
- b) a ocorrência de desastres ambientais de grandes proporções, como no caso de derramamento de óleo por navios petroleiros.
- c) a melhora generalizada das condições de vida da população mundial, a partir da eliminação das desigualdades econômicas na atualidade.
- d) o desmatamento, que eliminou grandes extensões de diversos biomas improdutivos, cujas áreas passaram a ser ocupadas por centros industriais modernos.
- e) o aumento demográfico mundial, sobretudo nos países mais desenvolvidos, que apresentam altas taxas de crescimento vegetativo.

48. (ENEM) No presente, observa-se crescente atenção aos efeitos da atividade humana, em diferentes áreas, sobre o meio ambiente, sendo constante, nos fóruns internacionais e nas instâncias nacionais, a referência à sustentabilidade como princípio orientador de ações e propostas que deles

emanam. A sustentabilidade explica-se pela

- a) incapacidade de se manter uma atividade econômica ao longo do tempo sem causar danos ao meio ambiente.
- b) incompatibilidade entre crescimento econômico acelerado e preservação de recursos naturais e de fontes não renováveis de energia.
- c) interação de todas as dimensões do bem-estar humano com o crescimento econômico, sem a preocupação com a conservação dos recursos naturais que estivera presente desde a Antiguidade.
- d) proteção da biodiversidade em face das ameaças de destruição que sofrem as florestas tropicais devido ao avanço de atividades como a mineração, a monocultura, o tráfico de madeira e de espécies selvagens.
- e) necessidade de se satisfazer as demandas atuais colocadas pelo desenvolvimento sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades nos campos econômico, social e ambiental.

49. (ENEM) Com a perspectiva do desaparecimento das geleiras no Polo Norte, grandes reservas de petróleo e minérios, hoje inacessíveis, poderão ser exploradas. E já atizam a cobiça das potências.

KOPP, D. *Guerra Fria sobre o Ártico. Le monde diplomatique Brasil. Setembro, n. 2, 2007 (adaptado).*

No cenário de que trata o texto, a exploração de jazidas de petróleo, bem como de minérios – diamante, ouro, prata, cobre, chumbo, zinco - torna-se atraente não só em função de seu formidável potencial, mas também por

- a) situar-se em uma zona geopolítica mais estável que o Oriente Médio.
- b) possibilitar o povoamento de uma região pouco habitada, além de promover seu desenvolvimento econômico.
- c) garantir, aos países em desenvolvimento, acesso a matérias-primas e energia, necessárias ao crescimento econômico.
- d) contribuir para a redução da poluição em áreas ambientalmente já degradadas devido ao grande volume da produção industrial, como ocorreu na Europa.
- e) promover a participação dos combustíveis fósseis na matriz energética mundial, dominada, majoritariamente, pelas fontes renováveis, de maior custo.

50. (ENEM) As cidades industrializadas produzem grandes proporções de gases como o  $CO_2$ , o principal gás causador do efeito estufa. Isso ocorre por causa da quantidade de combustíveis fósseis queimados, principalmente no transporte, mas também em caldeiras industriais. Além disso, nessas cidades concentram-se as maiores áreas com solos asfaltados e concretados, o que aumenta a retenção de calor, formando o que se conhece por “ilhas de calor”. Tal fenômeno ocorre porque esses materiais absorvem o calor e o devolvem para o ar sob a forma de radiação térmica.

Em áreas urbanas, devido à atuação conjunta do efeito estufa e das “ilhas de calor”, espera-se que o consumo de energia elétrica

- a) diminua devido à utilização de caldeiras por indústrias metalúrgicas.
- b) aumente devido ao bloqueio da luz do sol pelos gases do efeito estufa.
- c) diminua devido à não necessidade de aquecer a água utilizada em indústrias.
- d) aumente devido à necessidade de maior refrigeração de indústrias e residências.
- e) diminua devido à grande quantidade de radiação térmica reutilizada.

51. (ENEM) No ano de 2000, um vazamento em dutos de óleo na baía de Guanabara (RJ) causou um dos maiores acidentes ambientais do Brasil. Além de afetar a fauna e a flora, o acidente abalou o equilíbrio da cadeia alimentar de toda a baía. O petróleo forma uma película na superfície da água, o que prejudica as trocas gasosas da atmosfera com a água e desfavorece a realização de fotossíntese pelas algas, que estão na base da cadeia alimentar hídrica. Além disso, o derramamento de óleo contribuiu para o envenenamento das árvores e, conseqüentemente, para a intoxicação da fauna e flora aquáticas, bem como conduziu a morte diversas espécies de animais, entre outras formas de vida, afetando também a atividade pesqueira.

*LAUBIER, L. Diversidade da Maré Negra. In: Scientific American Brasil. 4(39), ago. 2005 (adaptado).*

A situação exposta no texto e suas implicações

- a) indicam a independência da espécie humana com relação ao ambiente marinho.
- b) alertam para a necessidade do controle da poluição ambiental para a redução do efeito estufa.
- c) ilustram a interdependência das diversas formas de vida (animal, vegetal e outras) e o seu habitat.
- d) indicam a alta resistência do meio ambiente à ação do homem, além de evidenciar a sua sustentabilidade mesmo em condições extremas de poluição.
- e) evidenciam a grande capacidade animal de se adaptar às mudanças ambientais, em contraste com a baixa capacidade das espécies vegetais, que estão na base da cadeia alimentar hídrica.

52. (ENEM) Um dos principais objetivos de se dar continuidade às pesquisas em erosão dos solos é o de procurar resolver os problemas oriundos desse processo, que, em última análise, geram uma série de impactos ambientais. Além disso, para a adoção de técnicas de conservação dos solos, é preciso conhecer como a água executa seu trabalho de remoção, transporte e deposição de sedimentos. A erosão causa, quase sempre, uma série de problemas ambientais, em nível local ou até mesmo em grandes áreas.

*GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007 (adaptado).*

A preservação do solo, principalmente em áreas de encostas, pode ser uma solução para evitar catástrofes em

função da intensidade de fluxo hídrico. A prática humana que segue no caminho contrário a essa solução é

- a) a aração.
- b) o terraceamento.
- c) o pousio.
- d) a drenagem.
- e) o desmatamento.

53. (ENEM) O fenômeno de ilha de calor é o exemplo mais marcante da modificação das condições iniciais do clima pelo processo de urbanização, caracterizado pela modificação do solo e pelo calor antropogênico, o qual inclui todas as atividades humanas inerentes à sua vida na cidade.

*BARBOSA, R. V. R. Áreas verdes e qualidade térmica em ambientes urbanos: estudo em microclimas em Maceió. São Paulo: EdUSP, 2005.*

O texto exemplifica uma importante alteração socioambiental, comum aos centros urbanos. A maximização desse fenômeno ocorre

- a) pela reconstrução dos leitos originais dos cursos d'água antes canalizados.
- b) pela recomposição de áreas verdes nas áreas centrais dos centros urbanos.
- c) pelo uso de materiais com alta capacidade de reflexão no topo dos edifícios.
- d) pelo processo de impermeabilização do solo nas áreas centrais das cidades.
- e) pela construção de vias expressas e gerenciamento de tráfego terrestre.

54. (ENEM) O professor Paulo Saldiva pedala 6 km em 22 minutos de casa para o trabalho, todos os dias. Nunca foi atingido por um carro. Mesmo assim, é vítima diária do trânsito de São Paulo: a cada minuto sobre a bicicleta, seus pulmões são envenenados com 3,3 microgramas de poluição particulada — poeira, fumaça, fuligem, partículas de metal em suspensão, sulfatos, nitratos, carbono, compostos orgânicos e outras substâncias nocivas.

*ESCOBAR, H. Sem Ar. O Estado de São Paulo. Ago. 2008.*

A população de uma metrópole brasileira que vive nas mesmas condições socioambientais das do professor citado no texto apresentará uma tendência de

- a) ampliação da taxa de fecundidade.
- b) diminuição da expectativa de vida.
- c) elevação do crescimento vegetativo.
- d) aumento na participação relativa de idosos.
- e) redução na proporção de jovens na sociedade.

55. (ENEM) Em 1872, Robert Angus Smith criou o termo “chuva ácida”, descrevendo precipitações ácidas em Manchester após a Revolução Industrial. Trata-se do acúmulo demorado de dióxido de carbono e enxofre na atmosfera

que, ao reagirem com compostos dessa camada, formam gotículas de chuva ácida e partículas de aerossóis. A chuva ácida não necessariamente ocorre no local poluidor, pois tais poluentes, ao serem lançados na atmosfera, são levados pelos ventos, podendo provocar a reação em regiões distantes. A água de forma pura apresenta pH 7, e, ao contatar agentes poluidores, reage modificando seu pH para 5,6 e até menos que isso, o que provoca reações, deixando consequências.

Disponível em: <http://www.brasilecola.com>. Acesso em: 18 maio 2010 (adaptado).

O texto aponta para um fenômeno atmosférico causador de graves problemas ao meio ambiente: a chuva ácida (pluviosidade com pH baixo). Esse fenômeno tem como consequência

- a corrosão de metais, pinturas, monumentos históricos, destruição da cobertura vegetal e acidificação dos lagos.
- a diminuição do aquecimento global, já que esse tipo de chuva retira poluentes da atmosfera.
- a destruição da fauna e da flora, e redução dos recursos hídricos, com o assoreamento dos rios.
- as enchentes, que atrapalham a vida do cidadão urbano, corroendo, em curto prazo, automóveis e fios de cobre da rede elétrica.
- a degradação da terra nas regiões semiáridas, localizadas, em sua maioria, no Nordeste do nosso país.

56. (ENEM) Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano ( $CH_4$ ) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de  $CO_2$  das termelétricas.

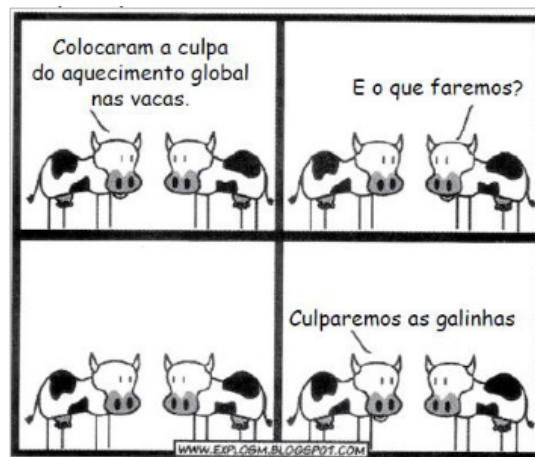
MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. *As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil*. Revista Ciência Hoje. V. 45, no 265, 2009 (adaptado).

No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma fonte

- limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno.
- eficaz de energia, tomando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.
- limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.
- poluidora, colaborando com níveis altos de gases de

efeito estufa em função de seu potencial de oferta.  
e) alternativa, tomando-se por referência a grande emissão de gases de efeito estufa das demais fontes geradoras.

57. (ENEM)



De acordo com o relatório “A grande sombra da pecuária” (Livestock’s Long Shadow), feito pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, o gado é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, uma contribuição maior que a do setor de transportes.

Disponível em: [www.conpet.gov.br](http://www.conpet.gov.br). Acesso em: 22 jun. 2010.

A criação de gado em larga escala contribui para o aquecimento global por meio da emissão de

- metano durante o processo de digestão.
- óxido nitroso durante o processo de ruminação.
- clorofluorcarbono durante o transporte de carne.
- óxido nitroso durante o processo respiratório.
- dióxido de enxofre durante o consumo de pastagens.

58. (ENEM) A irrigação da agricultura é responsável pelo consumo de mais de 2/3 de toda a água retirada dos rios, lagos e lençóis freáticos do mundo. Mesmo no Brasil, onde achamos que temos muita água, os agricultores que tentam produzir alimentos também enfrentam secas periódicas e uma competição crescente por água.

MARAFON, G. J. et al. *O desencanto da terra: produção de alimentos, ambiente e sociedade*. Rio de Janeiro: Garamond, 2011.

No Brasil, as técnicas de irrigação utilizadas na agricultura produziram impactos socioambientais como

- redução do custo de produção.
- agravamento da poluição hídrica.
- compactação do material do solo.
- aceleração da fertilização natural.

e) redirecionamento dos cursos fluviais.

59. (ENEM) A maior parte dos veículos de transporte atualmente é movida por motores a combustão que utilizam derivados de petróleo. Por causa disso, esse setor é o maior consumidor de petróleo do mundo, com altas taxas de crescimento ao longo do tempo. Enquanto outros setores têm obtido bons resultados na redução do consumo, os transportes tendem a concentrar ainda mais o uso de derivados do óleo.

MURTA, A. Energia: o vício da civilização. Rio de Janeiro: Garamond, 2011 (adaptado).

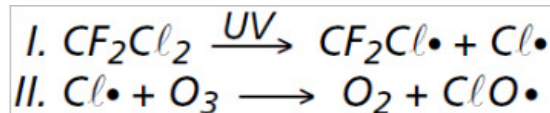
Um impacto ambiental da tecnologia mais empregada pelo setor de transporte e uma medida para promover a redução do seu uso, estão indicados, respectivamente, em:

- a) Aumento da poluição sonora - construção de barreiras acústicas.
  - b) Incidência da chuva ácida - estatização da indústria automobilística.
  - c) Derretimento das calotas polares - incentivo aos transportes de massa.
  - d) Propagação de doenças respiratórias - distribuição de medicamentos gratuitos.
  - e) Elevação das temperaturas médias - criminalização da emissão de gás carbônico.
60. - (ENEM) Pesticidas são contaminantes ambientais altamente tóxicos aos seres vivos e, geralmente, com grande persistência ambiental. A busca por novas formas de eliminação dos pesticidas tem aumentado nos últimos anos, uma vez que as técnicas atuais são economicamente dispendiosas e paliativas. A biorremediação de pesticidas utilizando microrganismos tem se mostrado uma técnica muito promissora para essa finalidade, por apresentar vantagens econômicas e ambientais.

Para ser utilizado nesta técnica promissora, um microrganismo deve ser capaz de

- a) transferir o contaminante do solo para a água.
  - b) absorver o contaminante sem alterá-lo quimicamente.
  - c) apresentar alta taxa de mutação ao longo das gerações.
  - d) estimular o sistema imunológico do homem contra o contaminante.
  - e) metabolizar o contaminante, liberando subprodutos menos tóxicos ou atóxicos.
61. - (ENEM) O rótulo de um desodorante aerossol informa ao consumidor que o produto possui em sua composição os gases isobutano, butano e propano, dentre outras substâncias. Além dessa informação, o rótulo traz, ainda, a inscrição "Não contém CFC". As reações a seguir, que ocorrem na estratosfera, justificam a não utilização de CFC (clorofluorcarbono ou Freon) nesse desodorante:

A preocupação com as possíveis ameaças à camada de ozônio ( $O_3$ ) baseia-se na sua principal função: proteger a



matéria viva na Terra dos efeitos prejudiciais dos raios solares ultravioleta. A absorção da radiação ultravioleta pelo ozônio estratosférico é intensa o suficiente para eliminar boa parte da fração de ultravioleta que é prejudicial à vida.

A finalidade da utilização dos gases isobutano, butano e propano neste aerossol é

- a) substituir o CFC, pois não reagem com o ozônio, servindo como gases propelentes em aerossóis.
- b) servir como propelentes, pois, como são muito reativos, capturam o Freon existente livre na atmosfera, impedindo a destruição do ozônio.
- c) reagir com o ar, pois se decompõem espontaneamente em dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e água ( $H_2O$ ), que não atacam o ozônio.
- d) impedir a destruição do ozônio pelo CFC, pois os hidrocarbonetos gasosos reagem com a radiação UV, liberando hidrogênio ( $H_2$ ), que reage com o oxigênio do ar ( $O_2$ ), formando água ( $H_2O$ ).
- e) destruir o CFC, pois reagem com a radiação UV, liberando carbono (C), que reage com o oxigênio do ar ( $O_2$ ), formando dióxido de carbono ( $CO_2$ ), que é inofensivo para a camada de ozônio.

## Seção 1.10

### **Energias químicas no cotidiano – Petróleo, gás natural e carvão**

#### Subseção 1.10.1

#### Teoria

#### COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS

São combustíveis formados por meio de processos naturais, como, por exemplo, a decomposição de matéria orgânica, caracterizando uma fonte não-renovável, visto que esses processos levam milhares de anos para ocorrer. Combustíveis fósseis contêm alta quantidade de carbono, sendo o petróleo, o gás natural e o carvão mineral os mais utilizados.

##### Petróleo

O petróleo é um líquido viscoso, não-solúvel em água e menos denso que a água, e corresponde à principal fonte de obtenção de hidrocarbonetos. O petróleo passa por um processo de refinamento, que se inicia com o processo de destilação fracionada, e craqueamento, que representa a quebra de frações mais pesadas (moléculas maiores) do petróleo, que são transformadas em “frações mais leves” (moléculas menores) por aquecimento (cracking térmico) ou por aquecimento e catalisadores (cracking catalítico), para que suas várias frações de compostos, que formam os derivados do petróleo, sejam obtidas. Entre esses derivados, estão o gás liquefeito de petróleo (GLP, popularmente conhecido como gás de cozinha), a gasolina, o querosene, o óleo diesel, o óleo lubrificante, a parafina, a cera, o asfalto, entre outros.

##### Gás Natural

O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos leves encontrada no subsolo, por acumulações em rochas porosas, isoladas do exterior por rochas impermeáveis, associadas ou não a depósitos petrolíferos, sendo que o metano tem uma participação superior a 70% em volume. A composição do gás natural pode variar bastante dependendo de fatores relativos ao campo em que o gás é produzido, processo de produção, condicionamento, processamento, e transporte. É o resultado da degradação da matéria orgânica de forma anaeróbica devido ao soterramento desta a grandes profundidades, a altas temperaturas e sob fortes pressões.

##### Carvão Mineral

O carvão mineral é formado pela decomposição de árvores e plantas soterrados. O tempo e a pressão da terra que foram se acumulando sobre o material transformaram-no em uma massa negra homogênea - as jazidas de carvão-, rica em carbono. É a partir do teor de carbono que o carvão é classificado. Carvão é o nome genérico que pode ser utilizado para

designar as quatro etapas típicas na gênese deste combustível: TURFA, LINHITO, HULHA E ANTRACITO, que constituem a série evolutiva do carvão, sendo a turfa o menos carbonificado e o antracito o mais carbonificado. O GRAFITE de origem metamórfica é carbono puro. Todos resultam da transformação da matéria vegetal submetida a pressão e temperatura elevadas, por mais de 600 milhões de anos. Dentre esses carvões minerais, o mais abundante (mais até do que qualquer combustível fóssil) e também mais importante comercialmente é a hulha, que possui teor de carbono em torno de 80% . A hulha era o tipo de carvão mineral mais amplamente utilizado na produção de hidrocarbonetos aromáticos. Uma vez extraída, a hulha é aquecida na ausência de ar por um processo denominado destilação seca ou pirólise.

#### Impactos Ambientais do Uso de Combustíveis Fósseis

Dentre as consequências ambientais do consumo de combustíveis fósseis, destaca-se o aumento da contaminação do ar por gases e material particulado, provenientes justamente da queima destes combustíveis, gerando uma série de impactos locais sobre a saúde humana. Outros gases causam impactos em regiões diferentes dos pontos a partir dos quais são emitidos, como é o caso da chuva ácida.

A mudança global do clima é um outro problema ambiental. Este problema vem sendo causado pela intensificação do efeito estufa que, por sua vez, está relacionada ao aumento da concentração, na atmosfera da Terra, de gases que possuem características específicas. Estes gases permitem a entrada da luz solar, mas impedem que parte do calor no qual a luz se transforma volte para o espaço. Este processo de aprisionamento do calor é análogo ao que ocorre em uma estufa - daí o nome atribuído a esse fenômeno e também aos gases que possuem essa propriedade de aprisionamento parcial de calor, chamados de gases do efeito estufa (GEE), dentre os quais destaca-se o dióxido de carbono ( $CO_2$ ).

#### BIOCOMBUSTÍVEIS

Combustível de origem biológica não fóssil. Normalmente é produzido a partir da biomassa de uma ou mais plantas. Biomassa (massa biológica) é a quantidade de matéria orgânica produzida numa determinada área. A biomassa é capaz de gerar gases que são transformados, em usinas específicas, em energia. Suas vantagens são o baixo custo, é renovável, permite o reaproveitamento de resíduos e é menos poluente do que os combustíveis fósseis. Todo material orgânico gera energia, mas o biocombustível é fabricado em escala comercial a partir de produtos agrícolas como a cana-de-açúcar, mamona, soja, canola, babaçu, mandioca, milho, beterraba entre outros. O Brasil é considerado o líder internacional em matéria de biocombustíveis e a primeira economia em ter atingido um uso sustentável dos biocombustíveis.

##### Carvão Vegetal

É uma substância de cor negra obtida pela carbonização da madeira ou lenha, diferentemente do carvão mineral, que demora milhares de anos para se formar, é uma fonte renovável de energia proveniente da destilação seca da madeira. É muito utilizado como combustível para aquecedores,



lareiras, churrasqueiras e fogões a lenha.

Considerado um fitoterápico, o carvão vegetal para uso medicinal (carvão ativado) provém de certas madeiras moles e não resinosas (extraído de partes lenhosas, cascas e serragens), obtidos por combustão incompleta, o que lhe confere a capacidade adsorvente.

### Etanol

O etanol (álcool etílico),  $CH_3CH_2OH$ , é um líquido incolor, inflamável, com um odor característico. É um álcool - um grupo de compostos químicos cujas moléculas contém um grupo hidroxila,  $-OH$ , ligado a um carbono. O ponto de fusão do etanol sólido é de  $-114.1^\circ C$ , e de ebulição e de  $78.5^\circ C$ . É menos denso que a água. Existem basicamente 3 processos utilizados para a fabricação do etanol: a fermentação de carboidratos, a hidratação do etileno, e a redução do acetaldeído (normalmente preparado pela hidratação do acetileno). Todas as bebidas alcoólicas e mais da metade do etanol industrial ainda é feito por meio de fermentação de carboidratos. O etanol brasileiro é produzido a partir de cana de açúcar. O Brasil é o segundo maior produtor de etanol do mundo, o maior exportador mundial, além disso, toda a gasolina comercializada no país é misturada com 25% de etanol. O etanol produzido a partir de plantas, utiliza os açúcares, amidos ou óleos vegetais destas (etanol de 1ª geração), sendo que, o resíduo gerado nesse processo pode ser utilizado para uma segunda produção de etanol a partir de material lignocelulósico (etanol de 2ª geração). O etanol pode ainda ser produzido por microalgas (etanol de 3ª geração).

### Biogás

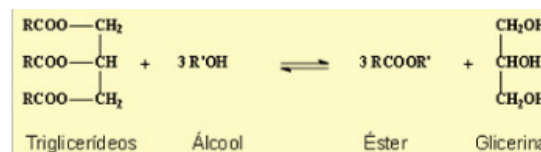
É um tipo de mistura gasosa de dióxido de carbono e metano produzida naturalmente a partir de biomassa e/ou da fração biodegradável de resíduos de produção vegetal (como restos de cultura), de produção animal (como esterco e urina) ou da atividade humana (como fezes, urina e resíduos doméstico) em meio anaeróbico pela ação de bactérias em matérias orgânicas, que são fermentadas dentro de determinados limites de temperatura, teor de umidade e acidez. Pode ser produzido artificialmente com o uso de um equipamento chamado biodigestor anaeróbico. É constituído pela seguinte mistura de componentes: Metano (50 - 75%); Dióxido de carbono (20 - 45%); Ácido sulfídrico ( $H_2S$ ), cujo teor varia com o teor em sulfato do substrato, entre outros componentes vestigiais.

### Biodiesel

O biodiesel é um éster de ácido graxo, renovável e biodegradável, obtido comumente a partir da reação química de óleos ou gorduras, de origem animal ou vegetal, que reagem com um álcool (etanol ou metanol) na presença de um catalisador (reação conhecida como transesterificação). Pode ser obtido também pelos processos de craqueamento e esterificação. O biodiesel substitui total ou parcialmente o óleo diesel de petróleo em motores ciclo diesel automotivos (de caminhões, tratores, camionetas, automóveis, etc.) ou estacionários (geradores de eletricidade, calor, etc.). Pode ser usado puro ou misturado ao diesel em diversas proporções.

### A reação de transesterificação

Os triacilgliceróis (triglicerídeos) de origem animal/vegetal, reagem com o álcool, na presença de um catalisador, produzindo glicerina (subproduto) e o éster de ácido graxo (biodiesel). A reação de transesterificação pode ser catalisada por ácido ou base.



Após a reação de transesterificação, os ésteres resultantes devem ser separados da glicerina, dos reagentes em excesso e do catalisador da reação. Primeiro, separa-se a glicerina via decantação ou centrifugação. Seguidamente eliminam-se os sabões, restos de catalisador e de metanol/etanol por um processo de lavagem com água e borbulhação ou utilização de silicato de magnésio, requerendo este último uma filtragem, ou por destilação, que dispensa o uso de produtos químicos para promover a purificação.

## ENERGIA NUCLEAR

Energia nuclear consiste no uso controlado das reações nucleares para a obtenção de energia para realizar movimento, calor e geração de eletricidade.

A fissão nuclear do urânio é a principal aplicação civil da energia nuclear.

A grande vantagem de uma Central Térmica Nuclear é a enorme quantidade de energia que pode ser gerada, ou seja, a potência gerada, para pouco material usado (o urânio).

### Aspectos positivos da energia nuclear:

- Comparada às usinas de combustíveis fósseis, a usina nuclear requer menores áreas;
- As usinas nucleares possibilitam maior independência energética para os países importadores de petróleo e gás;
- É uma fonte mais concentrada na geração de energia. Uma pequena quantidade de urânio pode abastecer uma cidade inteira, fazendo assim com que não sejam necessários grandes investimentos no recurso.
- Não causa nenhum efeito de estufa ou chuvas ácidas.
- É fácil de transportar como novo combustível.
- Tem uma base científica extensiva para todo o ciclo.
- É uma fonte de energia segura, pois o número de acidentes ocorridos até à data é extremamente reduzido.
- Permite reduzir o déficit comercial.
- Permite aumentar a competitividade.

### Aspectos negativos:

- Os custos de construção e operação das usinas são muito altos;
- As elevadas temperaturas da água utilizada no aquecimento causa a poluição térmica pois esta é lançada nos rios e nas ribeiras, destruindo assim ecossistemas e interferindo com o equilíbrio destas mesmas.
- O risco de acidente, visto que qualquer falha humana, ou técnica poderá causar uma catástrofe sem retorno. Apesar de atualmente existirem sistemas de segurança elevada, de modo a tentar minimizar e evitar que estas falhas (humanas ou técnicas) aconteçam.

- A formação de resíduos nucleares perigosos e a emissão causal de radiações causam a poluição radioativa. Os resíduos são um dos principais inconvenientes desta energia, visto que atualmente não existem planos para estes resíduos, quer de baixo ou alto nível de radioatividade.

- Pode ser utilizada para fins bélicos, para a construção de armas nucleares. Esta foi uma das primeiras utilizações da energia nuclear.

### Lixo Atômico

O Lixo Atômico (ou resíduo radioativo) é formado de resíduos que contêm elementos químicos radioativos ativos que não têm propósito de uso prático. São resíduos ou subprodutos de usinas nucleares, de equipamentos médicos ou de usos industriais.

Nas usinas nucleares o resíduo é o que sobra da Fissão Nuclear. Mesmo após as reações que geram o calor utilizado nas usinas estes resíduos continuam ativos emitindo radioatividade por centenas de anos. Este tipo de resíduo também pode ser gerado durante o processamento de armas nucleares, equipamentos de radioterapia, e de medicina nuclear.

O maior volume de lixo atômico é gerado através das usinas nucleares responsáveis pela produção de energia elétrica, e no ciclo de geração de combustível nuclear.

Após o uso inicial estes materiais viram resíduos radioativos, e precisam ser “blindados” em capsulas para não contaminar o meio-ambiente com as radiações emitidas. Os resíduos podem ser confinados em cápsulas submarinas, subterrâneas ou mesmo em depósitos específicos de superfície.

## Subseção 1.10.2

### Exercícios

1. - (Enem) Para compreender o processo de exploração e o consumo dos recursos petrolíferos, é fundamental conhecer a gênese e o processo de formação do petróleo escritos no texto abaixo.

“O petróleo é um combustível fóssil, originado provavelmente de restos de vida aquática acumulados no fundo dos oceanos primitivos e cobertos por sedimentos. O tempo e a pressão do sedimento sobre o material depositado no fundo do mar transformaram esses restos em massas viscosas de coloração negra denominadas jazidas de petróleo.”

(Adaptado de TUNDISI, *Usos de energia*. São Paulo: Atual, 1991.)

As informações do texto permitem afirmar que:

- o petróleo é um recurso energético renovável a curto prazo, em razão de sua constante formação geológica.
- a exploração de petróleo é realizada apenas em áreas marinhas.
- a extração e o aproveitamento do petróleo são atividades não poluentes dada sua origem natural.
- o petróleo é um recurso energético distribuído homogeneamente, em todas as regiões, independentemente da sua origem.

e) o petróleo é um recurso não-renovável a curto prazo, explorado em áreas continentais de origem marinha ou em áreas submarinas.

2. - (Anhembi Morumbi-SP) Combustível é uma substância que produz energia a partir de uma reação controlada. Os combustíveis mais comuns formam  $CO_2(g)$  e  $H_2O$  quando completamente queimados no ar.

Os combustíveis fósseis são os gerados pela decomposição de animais e vegetais há milhões de anos, como o petróleo, a hulha e o gás natural. Os combustíveis artificiais podem ser produzidos a partir dos combustíveis naturais.

A tabela apresentada a seguir mostra a classificação de algumas frações típicas do petróleo em relação ao número de átomos de carbono em uma cadeia, e o ponto de ebulição de cada uma delas.

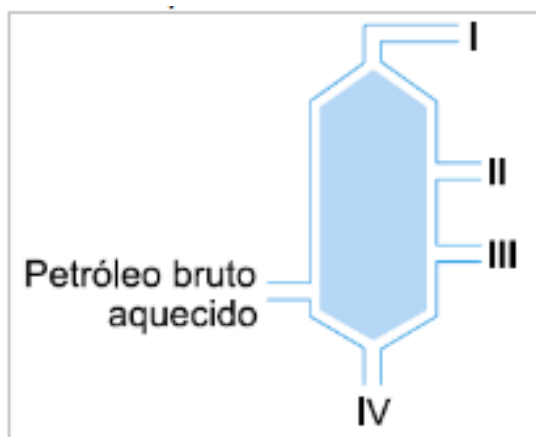
Nº de átomos de carbono	Classificação	Ponto de ebulição (°C)
1 – 5	Gases naturais	< 40
6 – 10	Gasolina	40 – 180
11 – 12	Querosene	180 – 230
13 – 17	Óleo combustível leve	230 – 305
18 – 25	Óleo combustível pesado	305 – 405
26 – 38	Lubrificantes	405 – 515
Acima de 39	Asfalto	> 515

O que se pode afirmar, em relação à variação do ponto de ebulição destas frações, com o número de átomos de carbono nas cadeias?

- O número de átomos de carbono nas cadeias não influencia o ponto de ebulição.
- Quanto maior o número de átomos de carbono nas cadeias, mais leves são as frações do petróleo, portanto, o ponto de ebulição é maior.
- Os gases naturais não apresentam combustão completa por ter uma grande cadeia carbônica.
- Quanto maior o número de átomos de carbono nas cadeias, mais pesadas são as frações do petróleo, portanto, o ponto de ebulição é maior.
- O número de átomos de carbono nas cadeias não influencia na classificação das substâncias.

3. - (FUVEST-SP) A figura mostra esquematicamente o equipamento utilizado nas refinarias para efetuar a destilação fracionada do petróleo. Os produtos recolhidos em I, II, III e IV são, respectivamente:

- gás de cozinha, gasolina, óleo diesel e asfalto.
- álcool, asfalto, óleo diesel e gasolina.
- asfalto, gasolina, óleo diesel e acetona.
- gasolina, óleo diesel, gás de cozinha e asfalto.



e) querosene, gasolina, óleo diesel e gás de cozinha.

4. - (MACKENZIE-SP) A hulha, ou carvão de pedra, resulta da transformação de árvores que ficaram soterradas durante milhões de anos. Pela ação de micro-organismos e, posteriormente, pela ação de pressão e temperaturas muito elevadas, formou-se um carvão que contém 80 a 90% de C.

Assim descrita, é incorreto afirmar que hulha é um carvão:

- a) fóssil.  
 b) pobre em umidade.  
 c) que contém teores mais elevados de oxigênio e nitrogênio do que de carbono.  
 d) encontrado, em geral, em minas subterrâneas.  
 e) rico em carbono.
5. - (UEPC-SP) Há estudos que apontam razões econômicas e ambientais para que o gás natural possa vir a tornar-se, ao longo deste século, a principal fonte de energia em lugar do petróleo. Justifica-se essa previsão, entre outros motivos, porque o gás natural:
- a) além de muito abundante na natureza é um combustível renovável.  
 b) tem novas jazidas sendo exploradas e é menos poluente que o petróleo.  
 c) vem sendo produzido com sucesso a partir do carvão mineral.  
 d) pode ser renovado em escala de tempo muito inferior à do petróleo.  
 e) não produz  $CO_2$  em sua queima, impedindo o efeito estufa.
6. - (UFAL) “Um dos fatores de maior influência no aquecimento global é a liberação de gases poluentes provocada pelo uso de combustíveis fósseis. Três tipos são usados em larga escala pelo planeta: carvão mineral, petróleo e gás natural. Entre os três, o carvão é o maior vilão. Ainda assim, e apesar dos sinais cada vez mais preocupantes da mudança climática, o uso desse combustível parece longe de ser substituído por alternativas menos poluentes.”  
 (Revista Veja, Dez. 2008).

Sobre o carvão mineral, é incorreto afirmar que:

- a) a queima do carvão mineral emite gases que colaboram para um possível aquecimento global e pode provocar a produção da chamada “chuva ácida”.  
 b) a exemplo dos demais combustíveis fósseis, o carvão mineral é o resultado do magmatismo que se verificou em terrenos de bacias sedimentares antigas, que foram fundo de grandes lagos.  
 c) o carvão mineral é empregado também para produzir plásticos, fertilizantes e para auxiliar no derretimento do ferro e na fabricação do aço.  
 d) quando o carvão mineral é queimado, o vapor oriundo dessa queima aciona as turbinas que estão instaladas nas usinas termoeletricas; esse movimento é responsável pela formação de eletricidade.  
 e) o carvão mineral ainda é muito utilizado para a produção de energia por ser atraente do ponto de vista econômico, uma vez que é barato e abundante.
7. - (UNIRIO-RJ) “O petróleo, que só vinha trazendo más notícias para o Brasil por causa do aumento do preço internacional, deu alegrias na semana passada. O anúncio da descoberta de um campo na Bacia de Santos, na última terça-feira, teve efeito imediato nas bolsas de valores”.  
 (Revista Veja, setembro de 1999)
- O petróleo, na forma em que é extraído, não apresenta praticamente aplicação comercial, sendo necessária a sua separação em diferentes frações. A separação dessas frações é feita considerando o fato de que cada uma delas apresenta um ponto de ebulição. Entre as frações a seguir, a que apresenta o maior ponto de ebulição é o (a):
- a) gás natural.  
 b) óleo diesel.  
 c) querosene.  
 d) gasolina.  
 e) parafina.
8. - (UEPG-PR) Em relação ao petróleo, assinale a alternativa incorreta.
- a) A composição do petróleo não é constante, diferindo de acordo com a região de onde é extraído.  
 b) O processo de cracking possibilita extrair do petróleo maior quantidade de gasolina.  
 c) O GLP (gás liquefeito de petróleo) é uma fração de destilação formada essencialmente de metano.  
 d) O gás natural, que precede a saída do petróleo, é constituído principalmente por metano.  
 e) O petróleo é produto da decomposição da matéria orgânica e ocorre em bolsões aprisionados por rochas impermeáveis.
9. - (ENEM) “A idade da pedra chegou ao fim, não porque faltassem pedras; a era do petróleo chegará igualmente ao fim, mas não por falta de petróleo.”

*Xeque Yamani, Ex-ministro do Petróleo da Arábia Saudita. O Estado de S. Paulo, 20/08/2001.*

Considerando as características que envolvem a utilização das matérias-primas citadas no texto em diferentes contextos histórico-geográficos, é correto afirmar que, de acordo com o autor, a exemplo do que aconteceu na Idade da Pedra, o fim da era do Petróleo estaria relacionado:

- a) à redução e esgotamento das reservas de petróleo.
  - b) ao desenvolvimento tecnológico e à utilização de novas fontes de energia.
  - c) ao desenvolvimento dos transportes e conseqüente aumento do consumo de energia.
  - d) ao excesso de produção e conseqüente desvalorização do barril de petróleo.
  - e) à diminuição das ações humanas sobre o meio ambiente.
10. - (UFRGS-RS) O Rio Grande do Sul planeja a construção de um gasoduto para a importação de gás natural da Argentina. O gás natural é:
- a) resultante do craqueamento do petróleo.
  - b) gás liquefeito de petróleo.
  - c) encontrado em depósitos subterrâneos.
  - d) produzido pela gaseificação do carvão mineral.
  - e) obtido na destilação do alcatrão da hulha.
11. - (UFRN-RN) O chamado éter de petróleo é constituído principalmente de:
- a) éter etílico e éter metílico.
  - b) hidrocarbonetos aromáticos.
  - c) pentanos e hexanos.
  - d) álcoois e fenóis.
  - e) metano e etano.
12. - (UEL-PR) O gás natural é um combustível ecológico. Sua queima produz uma combustão menos poluente, melhorando a qualidade do ar quando substitui formas de energias como carvão mineral, lenha e óleo combustível. Contribui, ainda, para a redução do desmatamento. Por ser mais leve que o ar, o gás dissipa-se rapidamente pela atmosfera, em caso de vazamento. Sobre o gás natural, podemos ainda afirmar:
- a) É constituído principalmente por metano e pequenas quantidades de etano e propano.
  - b) É também conhecido e comercializado como GLP (Gás Liquefeito de Petróleo).
  - c) É constituído principalmente por gases sulfurosos e hidrocarbonetos.
  - d) É constituído por hidrocarbonetos contendo de 6 a 10 átomos de carbono.
  - e) É também chamado gás mostarda.
13. - (UFSCAR-SP) Dentre os constituintes do petróleo, há aqueles conhecidos, que são usados como combustíveis, como gasolina, querosene e diesel, mas há muitos outros que são empregados como matéria-prima para produção

industrial de diversos materiais, para as mais variadas aplicações. Após sua extração, o petróleo é transportado para refinarias, onde passa por diversos processos.

Assinale a alternativa correta relacionada com o processamento do petróleo.

- a) Boa parte do petróleo brasileiro vem de regiões de águas profundas, mas isso não eleva o custo da exploração.
  - b) A primeira etapa consiste numa destilação simples, para separar o composto de menor ponto de ebulição, a gasolina.
  - c) Uma etapa envolve a destilação fracionada do petróleo, na qual vários compostos presentes têm suas estruturas reduzidas, para serem posteriormente separados por ordem de ponto de fusão.
  - d) Numa etapa chamada de craqueamento, frações sólidas de petróleo são trituradas para serem utilizadas como fertilizante.
  - e) Uma fração constituída por hidrocarbonetos de cadeias longas sofre reação química catalisada, para gerar hidrocarbonetos de cadeias menores.
14. - (UEPC-SP) As previsões de que, em poucas décadas, a produção mundial de petróleo possa vir a cair têm gerado preocupação, dado seu caráter estratégico. Por essa razão, em especial no setor de transportes, intensificou-se a busca por alternativas para a substituição do petróleo por combustíveis renováveis. Nesse sentido, além da utilização de álcool, vem se propondo, no Brasil, ainda que de forma experimental,
- a) a mistura de percentuais de gasolina cada vez maiores no álcool.
  - b) a extração de óleos de madeira para sua conversão em gás natural.
  - c) o desenvolvimento de tecnologias para a produção de biodiesel.
  - d) a utilização de veículos com motores movidos a gás do carvão mineral.
  - e) a substituição da gasolina e do diesel pelo gás natural.
15. - (FESP-UPE) O cracking das frações médias da destilação do petróleo é, hoje, uma tecnologia empregada na maioria das refinarias porque:
- a) aumenta o rendimento em óleos lubrificantes.
  - b) economiza energia térmica no processo de destilação.
  - c) permite a utilização de equipamento mais compacto.
  - d) facilita a destilação do petróleo.
  - e) aumenta o rendimento em frações leves.
16. - (ACAFE-SC) O éter de petróleo, usado como dissolvente, constitui-se de alcanos com 5 e 6 carbonos, recebendo este nome por ser muito volátil. Sobre esse material é verdadeiro afirmar que:
- a) é obtido por fracionamento do petróleo.
  - b) apresenta ponto de ebulição elevado.
  - c) é constituído de propano e butano.
  - d) destila entre 250 e 350°C.

- e) é destilado juntamente com óleos lubrificantes.
17. - (IFG) Assinale a alternativa correta com relação aos recursos energéticos.
- a) São chamadas de combustíveis fósseis as fontes energéticas geradas pela fossilização de material orgânico. Os mais importantes combustíveis fósseis são o carvão, o petróleo e os derivados do álcool.
- b) Os combustíveis fósseis, recursos finitos e não renováveis, têm os custos econômicos de sua exploração encarecidos quando a sua localização ocorre em consideráveis profundidades.
- c) A queima de combustíveis fósseis provoca a liberação de gás carbônico na atmosfera, o que ocasiona o resfriamento das temperaturas globais.
- d) Os maiores responsáveis pela poluição atmosférica causada pela queima dos combustíveis fósseis são os países periféricos, uma vez que as indústrias dos países tecnologicamente mais avançados já operam, em sua maioria, com a chamada “tecnologia limpa”.
- e) A Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) congrega exclusivamente países árabes, constituindo-se numa organização essencialmente política, baseada no poder econômico possibilitado pelo domínio da exploração do mais importante dos combustíveis.
18. - (CEFET-PR) O gás de cozinha (GLP) é produzido por refino do petróleo. É falso afirmar que:
- a) é gasoso na temperatura ambiente.
- b) sob pressão, está liquefeito dentro do bujão.
- c) é formado por compostos de 5 a 6 átomos de carbono.
- d) é menos denso que a gasolina.
- e) tem ponto de ebulição mais baixo que o querosene.
19. - (UFRS-RS) O GLP (gás liquefeito de petróleo) é uma fração de destilação constituída essencialmente de:
- a) metano.
- b) propano e butano.
- c) hexanos.
- d) metano, etano e propano.
- e) hidrocarbonetos parafínicos com até dez carbonos na molécula.
20. - (UEPC-SP) A imprensa denunciou a venda, nos postos autorizados, de gasolina adulterada (“batizada”) com solventes de ponto de ebulição mais altos, responsáveis pela formação de resíduos nocivos aos motores dos automóveis. Sabendo-se que a gasolina é rica em hidrocarbonetos com 7 a 9 átomos de carbono, escolha a opção cujo material, derivado do petróleo, poderia estar sendo usado como adulterante.
- a) Gás natural (metano, um átomo de carbono).
- b) Gás de cozinha (propano, butano - 3 e 4 átomos de carbono)
- c) Éter de petróleo (pentanos - 5 átomos de carbono)
- d) Querosene (undecanos a tetradecanos - 11 a 14 átomos de carbono)
- e) Álcool hidratado (etanol,  $C_2H_6O$ ).
21. - (ENEM) A Lei Federal n.º 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, 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
- a) colabora na redução dos efeitos da degradação ambiental global produzida pelo uso de combustíveis fósseis, como os derivados do petróleo.
- b) provoca uma redução de 5% na quantidade de carbono emitido pelos veículos automotores e colabora no controle do desmatamento.
- c) incentiva o setor econômico brasileiro a se adaptar ao uso de uma fonte de energia derivada de uma biomassa inesgotável.
- d) 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.
22. - (ENEM) Diretores de uma grande indústria siderúrgica, para evitar o desmatamento e adequar a empresa às normas de proteção ambiental, resolveram mudar o combustível dos fornos da indústria. O carvão vegetal foi então substituído pelo carvão mineral. Entretanto, foram observadas alterações ecológicas graves em um riacho das imediações, tais como a morte dos peixes e dos vegetais ribeirinhos. Tal fato pode ser justificado em decorrência
- a) da diminuição de resíduos orgânicos na água do riacho, reduzindo a demanda de oxigênio na água.
- b) do aquecimento da água do riacho devido ao monóxido de carbono liberado na queima do carvão.
- c) da formação de ácido clorídrico no riacho a partir de produtos da combustão na água, diminuindo o pH.
- d) do acúmulo de elementos no riacho, tais como, ferro, derivados do novo combustível utilizado.
- e) da formação de ácido sulfúrico no riacho a partir dos óxidos de enxofre liberados na combustão.
23. - (FUVEST-SP) O debate atual em torno dos biocombustíveis, como o álcool de cana-de-açúcar e o biodiesel, inclui o efeito estufa. Tal efeito garante temperaturas adequadas à vida na Terra, mas seu aumento indiscriminado é danoso. Com relação a esse aumento, os biocombustíveis são alternativas preferíveis aos combustíveis fósseis porque:
- a) são renováveis e sua queima impede o aquecimento global.
- b) retiram da atmosfera o  $CO_2$  gerado em outras eras.

- c) abrem o mercado para o álcool, cuja produção diminuiu o desmatamento.  
d) são combustíveis de maior octanagem e de menores taxas de liberação de carbono.  
e) contribuem para a diminuição da liberação de carbono, presente nos combustíveis fósseis.
24. - (UFPA-PA) Sabe-se que o aquecimento crescente da terra se tornou uma preocupação mundial e que uma das alternativas para minimizar o efeito estufa seria a substituição do diesel por biodiesel. A respeito desses combustíveis, é correto afirmar:
- a) As moléculas que compõem o diesel apresentam um número de carbonos muito superior ao das moléculas do biodiesel, por isso o diesel gera mais  $CO_2$  que o biodiesel.  
b) Tanto o diesel como o biodiesel são compostos principalmente por moléculas de hidrocarbonetos, porém o biodiesel é de origem vegetal e o diesel é um derivado do petróleo.  
c) Enquanto o diesel é composto principalmente por moléculas de hidrocarbonetos, o biodiesel é composto principalmente por moléculas de ésteres de ácidos graxos.  
d) O diesel apresenta em sua composição uma maior quantidade de moléculas com funções orgânicas oxigenadas que o biodiesel. Por isso a combustão do diesel produz mais  $CO_2$  do que a do biodiesel.  
e) O diesel, sendo uma fração do petróleo, contém hidrocarbonetos aromáticos de cadeia longa, que são altamente poluentes. Já o biodiesel, por ser de origem vegetal, só contém hidrocarbonetos alifáticos, muito menos poluentes.
25. - (ENEM) O potencial brasileiro para gerar energia a partir da biomassa não se limita a uma ampliação do Pró-álcool. O país pode substituir o óleo diesel de petróleo por grande variedade de óleos vegetais e explorar a alta produtividade das florestas tropicais plantadas. Além da produção de celulose, a utilização da biomassa permite a geração de energia elétrica por meio de termelétricas a lenha, carvão vegetal ou gás de madeira, com elevado rendimento e baixo custo. Cerca de 30% do território brasileiro é constituído por terras impróprias para a agricultura, mas aptas à exploração florestal. A utilização de metade dessa área, ou seja, de 120 milhões de hectares, para a formação de florestas energéticas, permitiria produção sustentada do equivalente a cerca de 5 bilhões de barris de petróleo por ano, mais que o dobro do que produz a Arábia Saudita atualmente.
- José Walter Bautista Vidal. Desafios Internacionais para o século XXI. Seminário da Comissão de Relações Exteriores e de Defesa Nacional da Câmara dos Deputados, ago./2002 (com adaptações).*
- Para o Brasil, as vantagens da produção de energia a partir da biomassa incluem:
- a) implantação de florestas energéticas em todas as regiões brasileiras com igual custo ambiental e econômico.  
b) substituição integral, por biodiesel, de todos os combustíveis fósseis derivados do petróleo.  
c) formação de florestas energéticas em terras impróprias para a agricultura.  
d) importação de biodiesel de países tropicais, em que a produtividade das florestas seja mais alta.  
e) regeneração das florestas nativas em biomas modificados pelo homem, como o Cerrado e a Mata Atlântica.
26. - (ENEM) Em usinas hidrelétricas, a queda d'água move turbinas que acionam geradores. Em usinas eólicas, os geradores são acionados por hélices movidas pelo vento. Na conversão direta solar-elétrica são células fotovoltaicas que produzem tensão elétrica. Além de todos produzirem eletricidade, esses processos têm em comum o fato de
- a) não provocarem impacto ambiental.  
b) dependerem de condições climáticas.  
c) a energia gerada poder ser armazenada.  
d) utilizarem fontes de energia renováveis.  
e) dependerem das reservas de combustíveis fósseis.
27. - (UFRGS-RS) No Brasil, o álcool combustível é obtido pela fermentação do açúcar da cana. A matéria-prima desse processo pode ser substituída, com rendimento comparável ao da cana-de-açúcar, por:
- a) limão.  
b) soja.  
c) azeitona.  
d) beterraba.  
e) melancia.
28. - (ENEM) Do ponto de vista ambiental, uma distinção importante que se faz entre os combustíveis é a de serem provenientes ou não de fontes renováveis. No caso dos derivados de petróleo e do álcool de cana, essa distinção se caracteriza:
- a) pela diferença nas escalas de tempo de formação das fontes, período geológico no caso do petróleo e anual no da cana.  
b) pelo maior ou menor tempo para se reciclar o combustível utilizado, tempo muito maior no caso do álcool.  
c) pelo maior ou menor tempo para se reciclar o combustível utilizado, tempo muito maior no caso dos derivados do petróleo.  
d) pelo tempo de combustão de uma mesma quantidade de combustível, tempo muito maior para os derivados do petróleo do que do álcool.  
e) pelo tempo de produção de combustível, pois o refino do petróleo leva dez vezes mais tempo do que a destilação do fermento de cana.
29. - (ENEM) As previsões de que, em poucas décadas, a produção mundial de petróleo possa vir a cair têm gerado preocupação, dado seu caráter estratégico. Por essa razão, em especial no setor de transportes, intensificou-se a busca por alternativas para a substituição do petróleo por combustíveis renováveis. Nesse sentido, além da utilização de álcool, vem se propondo, no Brasil, ainda que de forma experimental,



- a) a mistura de percentuais de gasolina cada vez maiores no álcool.  
 b) a extração de óleos de madeira para sua conversão em gás natural.  
 c) o desenvolvimento de tecnologias para a produção de biodiesel.  
 d) a utilização de veículos com motores movidos a gás do carvão mineral.  
 e) a substituição da gasolina e do diesel pelo gás natural.
30. - (ENEM) Pelas normas vigentes, o litro do álcool hidratado que abastece os veículos deve ser constituído de 96% de álcool puro e 4% de água (em volume). As densidades desses componentes são dadas na tabela.

Substância	Densidade (g/l)
Água	1000
Álcool	800

Um técnico de um órgão de defesa do consumidor inspecionou cinco postos suspeitos de venderem álcool hidratado fora das normas. Colheu uma amostra do produto em cada posto, mediu a densidade de cada uma, obtendo:

Posto	Densidade do combustível (g/l)
I	822
II	820
III	815
IV	808
V	805

A partir desses dados, o técnico pôde concluir que estavam com o combustível adequado somente os postos

- a) I e II.  
 b) I e III.  
 c) II e IV.  
 d) III e V.  
 e) IV e V.
31. - (ENEM) O setor de transporte, que concentra uma grande parcela da demanda de energia no país, continuamente busca alternativas de combustíveis. Investigando alternativas ao óleo diesel, alguns especialistas apontam para o uso do óleo de girassol, menos poluente e de fonte renovável, ainda em fase experimental. Foi constatado que um trator pode rodar, nas mesmas condições, mais tempo com um litro de óleo de girassol, que com um litro de óleo diesel.
- Essa constatação significaria, portanto, que usando óleo de girassol,
- a) o consumo por km seria maior do que com óleo diesel.  
 b) as velocidades atingidas seriam maiores do que com

- óleo diesel.  
 c) o combustível do tanque acabaria em menos tempo do que com óleo diesel.  
 d) a potência desenvolvida, pelo motor, em uma hora, seria menor do que com óleo diesel.  
 e) a energia liberada por um litro desse combustível seria maior do que por um de óleo diesel.

32. - (ENEM) Já são comercializados no Brasil veículos com motores que podem funcionar com o chamado combustível flexível, ou seja, com gasolina ou álcool em qualquer proporção. Uma orientação prática para o abastecimento mais econômico é que o motorista multiplique o preço do litro da gasolina por 0,7 e compare o resultado com o preço do litro de álcool. Se for maior, deve optar pelo álcool. A razão dessa orientação deve-se ao fato de que, em média, se com um certo volume de álcool o veículo roda dez quilômetros, com igual volume de gasolina rodaria cerca de
- a) 7 km.  
 b) 10 km.  
 c) 14 km.  
 d) 17 km.  
 e) 20 km.

33. - (ENEM) Metade do volume de óleo de cozinha consumido anualmente no Brasil, cerca de dois bilhões de litros, é jogada incorretamente em ralos, pias e bueiros. Estima-se que cada litro de óleo descartado polua milhares de litros de água. O óleo no esgoto tende a criar uma barreira que impede a passagem da água, causa entupimentos e, conseqüentemente, enchentes. Além disso, ao contaminar os mananciais, resulta na mortandade de peixes. A reciclagem do óleo de cozinha, além de necessária, tem mercado na produção de biodiesel. Há uma demanda atual de 1,2 bilhões de litros de biodiesel no Brasil. Se houver planejamento na coleta, transporte e produção, estima-se que se possa pagar até R\$ 1,00 por litro de óleo a ser reciclado. Programa mostra caminho para uso do óleo de fritura na produção de biodiesel.

Disponível em: <http://www.nutrinews.com.br>. Acesso em: 14 fev. 2009.

De acordo com o texto, o destino inadequado do óleo de cozinha traz diversos problemas. Com o objetivo de contribuir para resolver esses problemas, deve-se

- a) utilizar o óleo para a produção de biocombustíveis, como etanol.  
 b) coletar o óleo devidamente e transportá-lo às empresas de produção de biodiesel.  
 c) limpar periodicamente os esgotos das cidades para evitar entupimentos e enchentes.  
 d) utilizar o óleo como alimento para os peixes, uma vez que preserva seu valor nutritivo após o descarte.  
 e) descartar o óleo diretamente em ralos, pias e bueiros, sem tratamento prévio com agentes dispersantes.
34. - (ENEM) Os biocombustíveis são fontes de energia



renováveis derivados de produtos agrícolas, biomassa florestal e outras fontes de matéria orgânica.

Entre os mais promissores combustíveis derivados de biomassa estão o biodiesel e o etanol. O biodiesel é um combustível alternativo ao diesel de petróleo e criado a partir de fontes renováveis de energia. É livre de enxofre em sua composição e é composto quimicamente por ésteres etílicos ou metílicos de ácidos graxos de cadeia longa.

A respeito dos biocombustíveis, analise as afirmativas e assinale a alternativa que contém a(s) afirmação(ões) verdadeira(s).

I. São exemplos de fontes de biomassa a cana-de-açúcar, restos de madeira, estrume de gado, lixo urbano, etc.

II. Em relação aos combustíveis fósseis, os biocombustíveis contribuem em menor intensidade para o aquecimento global e a chuva ácida.

III. A utilização da biomassa como fonte de energia apresenta um fator negativo: o acúmulo de lixo industrial.

- a) Somente I.
- b) Somente II.
- c) Somente III.
- d) Somente I e II.
- e) Somente II e III.

35. - (ENEM) A produção mundial de energia em 1997, segundo dados da Agência Internacional de Energia, somou o equivalente a 9,5 mil megatoneladas de petróleo. A tabela mostra o percentual das fontes de energia na produção total. De acordo com os dados da tabela, pode-se afirmar que a parte do total de energia produzida proveniente de fontes não renováveis foi da ordem de

- a) 27,1% .
- b) 41,4% .
- c) 49,2% .
- d) 54,9% .
- e) 86,2% .

36. - (ENEM) Qual das seguintes fontes de produção de energia é a mais recomendável para a diminuição dos gases causadores do aquecimento global?

- a) Óleo diesel.
- b) Gasolina.
- c) Carvão mineral.
- d) Gás natural.
- e) Vento.

37. - (UFJF) Leia o texto a seguir sobre a usina termoeétrica de Juiz de Fora (MG): Uma usina termoeétrica de Juiz de Fora está sendo adaptada para funcionar tanto a gás quanto a álcool. O projeto inédito promete produzir energia de forma mais limpa. O término das obras está previsto para dezembro, quando começam os testes operacionais. A termoeétrica de Juiz de Fora, que vai compor o sistema interligado nacional, será bicombustível e a primeira no mundo a usar álcool na produção de energia. O novo modelo de usina permite que o sistema de energia

funcione de forma mais eficiente, afirma a Petrobrás.

*Disponível em: <http://megaminas.globo.com/2009/06/25/usina-termoeletrica-de-juiz-de-fora-funcionaratanto-agas-quanto-a-alcool>. Acesso em: 25 jun. 2009. Adaptado.*

Essa usina bicombustível tem como objetivo:

- a) ampliar o Programa Luz Para Todos, que proporciona o atendimento em energia elétrica à parcela da população do meio rural brasileiro que ainda não tem acesso a esse serviço público.
- b) contribuir para a redução do tráfego de caminhões que transportam combustíveis, porque o álcool é transportado através de dutos, eliminando também os riscos de armazenagem desse combustível.
- c) desenvolver a implantação de um modelo industrial, adequado às condições socioculturais, econômicas e ecológicas das regiões da Zona da Mata Mineira e Campo das Vertentes.
- d) estimular o consumo de energia elétrica na cidade e região, oferecendo um kwh (quilowatt-hora) de baixo custo, se comparado ao produzido pelas centrais hidrelétricas brasileiras.
- e) possibilitar a expansão do mercado de consumo do etanol produzido no Brasil, porque os países que obtêm energia, a partir de termoeletricas, teriam a opção de utilizar um combustível limpo.

38. - (UFSCAR) Um combustível derivado de resíduos vegetais está sendo desenvolvido por pesquisadores brasileiros. Menos poluente que o óleo combustível e o diesel, o bio-óleo é produzido a partir de sobras agroindustriais de pequeno tamanho, como bagaço de cana, casca de arroz e café, capim e serragem.

Analise as afirmações seguintes.

I. Uma das razões que torna o uso desse bio-óleo ecologicamente vantajoso como combustível, em comparação ao óleo diesel, é porque o carbono liberado na sua queima provém do carbono preexistente no ecossistema.

II. O processo de produção do bio-óleo envolve a destilação fracionada de combustíveis fósseis.

III. A combustão do bio-óleo não libera gases causadores do aquecimento global, como acontece na combustão do óleo diesel.

Está correto o contido em:

- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) III, apenas.
- d) I e II, apenas.
- e) I, II e III.

39. - (UNICAMP) Após a crise do petróleo, na década de 1970, o Estado brasileiro incentivou o uso de fontes alternativas de energia. É CORRETO afirmar que a opção utilizada foi:

- a) energia solar, em função da posição geográfica do país.
- b) termoeletricas, devido à existência de abundantes reservas de carvão.
- c) álcool, em função da extensa área agrícola de cana-de-açúcar.
- d) energia nuclear, devido ao controle de tecnologia de ponta.
- e) energia eólica, aproveitando a ocorrência dos ventos alísios.

40. - (PUC-RJ)



[www.biodieselbr.com](http://www.biodieselbr.com)

Em relação à charge apresentada, marque a única resposta INCORRETA com relação à temática do BIODIESEL.

- a) A produção das matérias-primas (etanol e óleo de soja) importantes para a geração de biodiesel é uma tradição na economia brasileira. Tal fato expõe, internacionalmente, o país e o coloca como carro-chefe na discussão geopolítica em torno dos caminhos a serem tomados pelos investidores mundiais, a partir da possível substituição dos combustíveis fósseis pelos que geram “energias limpas”.
- b) Devido à extensão territorial do Brasil e à existência de áreas de fronteiras agrícolas, ainda há possibilidades de incorporação de novos espaços produtivos, em larga escala, para o cultivo de matérias-primas voltadas para a geração de biodiesel, o que gera forte interesse internacional.
- c) A geopolítica energética do mundo mudou, no século XXI, com a adoção, pelas potências centrais e emergentes, do discurso ambiental nos seus projetos de gestão. Segundo elas, o cultivo agrícola voltado para a geração de biodiesel é uma necessidade para as agendas de proteção ambiental no mundo, que precisa de “combustíveis limpos”, o que torna o Brasil um importante país para a produção e exportação de biodiesel.
- d) O Brasil, com muita tradição na produção e uso de biodiesel em escala industrial, faz com que “os olhos do mundo” se voltem para si devido à possibilidade de substituição, com intuito de modernização rural, dos cultivos voltados para a alimentação básica por outros destinados à geração de biocombustíveis.
- e) A importância geopolítica do Brasil foi revigorada, desde o início deste século, devido à redescoberta do

potencial do país em fornecer, na atualidade, aos mercados internacionais, matérias-primas.

41. - (ENEM) Considere os seguintes acontecimentos ocorridos no Brasil:

- Goiás, 1987 - Um equipamento contendo césio radioativo, utilizado em medicina nuclear, foi encontrado em um depósito de sucatas e aberto por pessoa que desconhecia o seu conteúdo. Resultado: mortes e consequências ambientais sentidas até hoje.

- Distrito Federal, 1999 - Cilindros contendo cloro, gás bactericida utilizado em tratamento de água, encontrados em um depósito de sucatas, foram abertos por pessoa que desconhecia o seu conteúdo. Resultado: mortes, intoxicações e consequências ambientais sentidas por várias horas.

Para evitar que novos acontecimentos dessa natureza venham a ocorrer, foram feitas as seguintes propostas para a atuação do Estado:

- I. Proibir o uso de materiais radioativos e gases tóxicos.
- II. Controlar rigorosamente a compra, uso e destino de materiais radioativos e de recipientes contendo gases tóxicos.
- III. Instruir usuários sobre a utilização e descarte destes materiais.
- IV. Realizar campanhas de esclarecimentos à população sobre os riscos da radiação e da toxicidade de determinadas substâncias.

Dessas propostas, são adequadas apenas

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) II e III.
- d) I, III e IV.
- e) II, III e IV.

42. - (ENEM) Na música “Bye, bye, Brasil”, de Chico Buarque de Holanda e Roberto Menescal, os versos

“puseram uma usina no mar  
talvez fique ruim pra pescar”

poderiam estar se referindo à usina nuclear de Angra dos Reis, no litoral do Estado do Rio de Janeiro.

No caso de tratar-se dessa usina, em funcionamento normal, dificuldades para a pesca nas proximidades poderiam ser causadas

- a) pelo aquecimento das águas, utilizadas para refrigeração da usina, que alteraria a fauna marinha.
- b) pela oxidação de equipamentos pesados e por detonações que espantariam os peixes.
- c) pelos rejeitos radioativos lançados continuamente no mar, que provocariam a morte dos peixes.
- d) pela contaminação por metais pesados dos processos de enriquecimento do urânio.
- e) pelo vazamento de lixo atômico colocado em tonéis e lançado ao mar nas vizinhanças da usina.

43. - (ENEM) O debate em torno do uso da energia nuclear para produção de eletricidade permanece atual. Em um encontro internacional para a discussão desse tema, foram colocados os seguintes argumentos:

I. Uma grande vantagem das usinas nucleares é o fato de não contribuírem para o aumento do efeito estufa, uma vez que o urânio, utilizado como “combustível”, não é queimado mas sofre fissão. II. Ainda que sejam raros os acidentes com usinas nucleares, seus efeitos podem ser tão graves que essa alternativa de geração de eletricidade não nos permite ficar tranquilos. A respeito desses argumentos, pode-se afirmar que

- a) o primeiro é válido e o segundo não é, já que nunca ocorreram acidentes com usinas nucleares.
- b) o segundo é válido e o primeiro não é, pois de fato há queima de combustível na geração nuclear de eletricidade.
- c) o segundo é válido e o primeiro é irrelevante, pois nenhuma forma de gerar eletricidade produz gases do efeito estufa.
- d) ambos são válidos para se compararem vantagens e riscos na opção por essa forma de geração de energia.
- e) ambos são irrelevantes, pois a opção pela energia nuclear está se tornando uma necessidade inquestionável.

44. - (ENEM) Um problema ainda não resolvido da geração nuclear de eletricidade é a destinação dos rejeitos radioativos, o chamado “lixo atômico”. Os rejeitos mais ativos ficam por um período em piscinas de aço inoxidável nas próprias usinas antes de ser, como os demais rejeitos, acondicionados em tambores que são dispostos em áreas cercadas ou encerrados em depósitos subterrâneos secos, como antigas minas de sal. A complexidade do problema do lixo atômico, comparativamente a outros lixos com substâncias tóxicas, se deve ao fato de

- a) emitir radiações nocivas, por milhares de anos, em um processo que não tem como ser interrompido artificialmente.
- b) acumular-se em quantidades bem maiores do que o lixo industrial convencional, faltando assim locais para reunir tanto material.
- c) ser constituído de materiais orgânicos que podem contaminar muitas espécies vivas, incluindo os próprios seres humanos.
- d) exalar continuamente gases venenosos, que tornariam o ar irrespirável por milhares de anos.
- e) emitir radiações e gases que podem destruir a camada de ozônio e agravar o efeito estufa.

45. - (ENEM) O acidente nuclear de Chernobyl revela brutalmente os limites dos poderes técnico-científicos da humanidade e as “marchas-à-ré” que a “natureza” nos pode reservar. É evidente que uma gestão mais coletiva se impõe para orientar as ciências e as técnicas em direção a finalidades mais humanas.

*GUATTARI, F. As três ecologias. São Paulo: Papirus, 1995 (adaptado).*

O texto trata do aparato técnico-científico e suas consequências para a humanidade, propondo que esse desenvolvimento

- a) defina seus projetos a partir dos interesses coletivos.
- b) guie-se por interesses econômicos, prescritos pela lógica do mercado.
- c) priorize a evolução da tecnologia, se apropriando da natureza.
- d) promova a separação entre natureza e sociedade tecnológica.
- e) tenha gestão própria, com o objetivo de melhor apropriação da natureza.

46. - (ENEM) A falta de conhecimento em relação ao que vem a ser um material radioativo e quais os efeitos, consequências e usos da irradiação pode gerar o medo e a tomada de decisões equivocadas, como a apresentada no exemplo a seguir.

“Uma companhia aérea negou-se a transportar material médico por este portar um certificado de esterilização por irradiação.”

*Física na Escola, v. 8, n. 2, 2007 (adaptado).*

A decisão tomada pela companhia é equivocada, pois

- a) o material é incapaz de acumular radiação, não se tornando radioativo por ter sido irradiado.
- b) a utilização de uma embalagem é suficiente para bloquear a radiação emitida pelo material.
- c) a contaminação radioativa do material não se prolifera da mesma forma que as infecções por microrganismos.
- d) o material irradiado emite radiação de intensidade abaixo daquela que ofereceria risco à saúde.
- e) o intervalo de tempo após a esterilização é suficiente para que o material não emita mais radiação.

47. - (ENEM) A energia geotérmica tem sua origem no núcleo derretido da Terra, onde as temperaturas atingem  $4.000^{\circ}\text{C}$ . Essa energia é primeiramente produzida pela decomposição de materiais radiativos dentro do planeta. Em fontes geotérmicas, a água, aprisionada em um reservatório subterrâneo, é aquecida pelas rochas ao redor e fica submetida a altas pressões, podendo atingir temperaturas de até  $370^{\circ}\text{C}$  sem entrar em ebulição. Ao ser liberada na superfície, à pressão ambiente, ela se vaporiza e se resfria, formando fontes ou gêiseres. O vapor de poços geotérmicos é separado da água e é utilizado no funcionamento de turbinas para gerar eletricidade. A água quente pode ser utilizada para aquecimento direto ou em usinas de dessalinização.

*HINRICHS, Roger A. Energia e Meio Ambiente.*

*São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).*

Sob o aspecto da conversão de energia, as usinas geotérmicas

- a) funcionam com base na conversão de energia potencial gravitacional em energia térmica.
- b) transformam inicialmente a energia solar em energia cinética e, depois, em energia térmica.

c) podem aproveitar a energia química transformada em térmica no processo de dessalinização.

d) assemelham-se às usinas nucleares no que diz respeito à conversão de energia térmica em cinética e, depois, em elétrica.

e) utilizam a mesma fonte primária de energia que as usinas nucleares, sendo, portanto, semelhantes os riscos decorrentes de ambas.

48. - (ENEM) Um poeta habitante da cidade de Poços de Caldas-MG assim externou o que estava acontecendo em sua cidade:

Hoje, o planalto de Poços de Caldas não serve mais. Minério acabou. Só mancha, “nunclemais”. Mas estão “tapando os buracos”, trazendo para cá “Torta II”<sup>1</sup>, aquele lixo do vizinho que você não gostaria de ver jogado no quintal da sua casa. Sentimentos mil: do povo, do poeta e do Brasil.

*Hugo Pontes. In: M.E.M. Helene. A radioatividade e o lixo nuclear. São Paulo: Scipione, 2002, p. 4.  
1Torta II — lixo radioativo de aspecto pastoso.*

A indignação que o poeta expressa no verso “Sentimentos mil: do povo, do poeta e do Brasil” está relacionada com

a) a extinção do minério decorrente das medidas adotadas pela metrópole portuguesa para explorar as riquezas minerais, especialmente em Minas Gerais.

b) a decisão tomada pelo governo brasileiro de receber o lixo tóxico oriundo de países do Cone Sul, o que caracteriza o chamado comércio internacional do lixo.

c) a atitude de moradores que residem em casas próximas umas das outras, quando um deles joga lixo no quintal do vizinho.

d) as chamadas operações tapa-buracos, desencadeadas com o objetivo de resolver problemas de manutenção das estradas que ligam as cidades mineiras.

e) os problemas ambientais que podem ser causados quando se escolhe um local para enterrar ou depositar lixo tóxico.

49. - (ENEM) O funcionamento de uma usina nucleoeletrica típica baseia-se na liberação de energia resultante da divisão do núcleo de urânio em núcleos de menor massa, processo conhecido como fissão nuclear. Nesse processo, utiliza-se uma mistura de diferentes átomos de urânio, de forma a proporcionar uma concentração de apenas 4% de material fissil. Em bombas atômicas, são utilizadas concentrações acima de 20% de urânio fissil, cuja obtenção é trabalhosa, pois, na natureza, predomina o urânio não-fissil. Em grande parte do armamento nuclear hoje existente, utiliza-se, então, como alternativa, o plutônio, material fissil produzido por reações nucleares no interior do reator das usinas nucleoeletricas. Considerando-se essas informações, é correto afirmar que

a) a disponibilidade do urânio na natureza está ameaçada devido à sua utilização em armas nucleares.

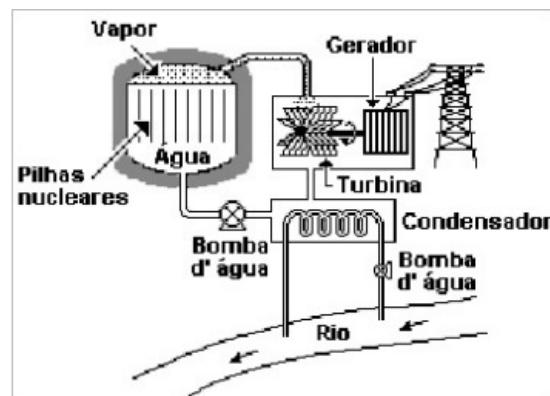
b) a proibição de se instalarem novas usinas nucleoeletricas não causará impacto na oferta mundial de energia.

c) a existência de usinas nucleoeletricas possibilita que um de seus subprodutos seja utilizado como material bélico.

d) a obtenção de grandes concentrações de urânio fissil é viabilizada em usinas nucleoeletricas.

e) a baixa concentração de urânio fissil em usinas nucleoeletricas impossibilita o desenvolvimento energético.

50. - (ENEM) A energia térmica liberada em processos de fissão nuclear pode ser utilizada na geração de vapor para produzir energia mecânica que, por sua vez, será convertida em energia elétrica. Abaixo está representado um esquema básico de uma usina de energia nuclear.



Com relação ao impacto ambiental causado pela poluição térmica no processo de refrigeração da usina nuclear, são feitas as seguintes afirmações:

I. o aumento na temperatura reduz, na água do rio, a quantidade de oxigênio nela dissolvido, que é essencial para a vida aquática e para a decomposição da matéria orgânica.

II. o aumento da temperatura da água modifica o metabolismo dos peixes.

III. o aumento na temperatura da água diminui o crescimento de bactérias e de algas, favorecendo o desenvolvimento da vegetação.

Das afirmativas acima, somente está(ão) correta(s):

- a) I.  
b) II.  
c) III.  
d) I e II.  
e) II e III.