Estratégia Concursos

Aula única (Somente em PDF)

IBAMA (Analista Ambiental - Tema 3)

Noções de Química Ambiental

Autor:

Diego Souza

08 de Novembro de 2022

Índice

1) Química na Agricultura - Teoria 3
2) Química na Agricultura - Questões Comentadas - COMPLETO 30
3) Química na Agricultura - Lista de Questões - COMPLETO 43
4) Camada de Ozônio e o Efeito Estufa - Teoria 52
5) Camada de Ozônio e o Efeito Estufa - Questões Comentadas - COMPLETO Camada de Ozônio e o Efeito Estu 61
6) Camada de Ozônio e o Efeito Estufa - Lista de Questões - COMPLETO 69
7) Noções sobre Poluição, Tratamento de Água e de Esgoto - Teoria 76
8) Noções sobre Poluição, Tratamento de Água e de Esgoto - Questões Comentadas - COMPLETO 89
9) Noções sobre Poluição, Tratamento de Água e de Esgoto - Lista de Questões - COMPLETO 96
10) Plástico e Sustentabilidade - Teoria 103
11) Plástico e Sustentabilidade - Questões Comentadas - COMPLETO 105
12) Plástico e Sustentabilidade - Lista de Questões - COMPLETO 108
13) Energia Renovável e Não Renovável - Teoria 111
14) Energia Renovável e Não Renovável - Questões Comentadas - COMPLETO 117
15) Energia Renovável e Não Renovável - Lista de Questões - COMPLETO 122
16) Destinação de Pilhas e Baterias - Teoria 126
17) Destinação de Pilhas e Baterias - Questões Comentadas - COMPLETO 131
18) Destinação de Pilhas e Baterias - Lista de Questões - COMPLETO 133

QUÍMICA AMBIENTAL

Considerações Iniciais

Olá, pessoal, tudo joia?

De acordo com Roger Kornberg, ganhador do prêmio Nobel de Química em 2006, "*a vida é química: nada mais e nada menos*."[1] Isso significa que a Química está presente em todos os lugares: no nosso organismo, no solo, na atmosfera, nos produtos que consumimos, etc. Conhecimentos na área de química também são essenciais para entendermos como as atividades humanas têm impacto nos ecossistemas e como, se não realizado de forma racional e sustentável, pode resultar em sérios desequilíbrios ambientais.

Sem mais demora, vamos iniciar nosso conteúdo de hoje. Desejo-lhe uma boa aula e lembre-se de me procurar pelo fórum caso fique com alguma dúvida. Bons estudos!

Instagram: Prof.DiegoSouza
Telegram: t.me/profdiegosouza
YouTube: Prof. Diego Souza

Química, agricultura, ciclos biogeoquímicos e contaminantes

O desenvolvimento da agricultura começou entre 10 mil e 5 mil a.C. quando percebeu-se que era possível utilizar o solo para produzir alimentos. Nessa época a exploração do solo não era planejada e o modo como essa agricultura era realizada acabava levando ao esgotamento do solo, sob o ponto de vista dos nutrientes. Ainda não se compreendia que os nutrientes do solo eram absorvidos pelas plantas e que era necessária à sua reposição. Também se praticava a monocultura, o que diminuía cada vez mais o rendimento das colheitas. Para entender porque a monocultura contribuía para o esgotamento do solo, basta pensar o seguinte: cada vegetal exige certos nutrientes em mais ou menos quantidade e, por isso, ao plantar somente um tipo de vegetal, sempre é exigido em maior quantidade os mesmos nutrientes, o que acaba por esgotar o solo em relação a esses nutrientes. Com menos nutrientes, a colheita tem sua produtividade cada vez menor.

Com o passar do tempo e a partir de observações, percebeu-se que o estrume[2] melhorava o solo. Provavelmente o estrume foi o primeiro fertilizante utilizado. Hoje sabemos que, para as plantas se desenvolverem, o solo precisa de macronutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio, magnésio, cálcio e enxofre) e micronutrientes (ferro, zinco, manganês, níquel, entre outros). Graças às análises químicas do solo, os agrônomos conseguem determinar a percentagem específica de nitrogênio, fósforo e potássio necessária a determinado solo para que o rendimento da colheita seja o melhor. Com base nesse resultado, faz-se o cálculo da quantidade de fertilizantes que devem ser aplicados para otimizar a produtividade.

---

[1] Entrevista disponível em: https://brasil.elpais.com. Acesso em 17/07/2019.
[2] Segundo o dicionário, mistura composta do dejeto de animais (ger. gado equino e bovino) e da palha fermentada que serviu de cama nos estábulos; adubo.

Solo

A composição da fase sólida do **solo** pode ser dividida em duas partes: compostos orgânicos e compostos inorgânicos.

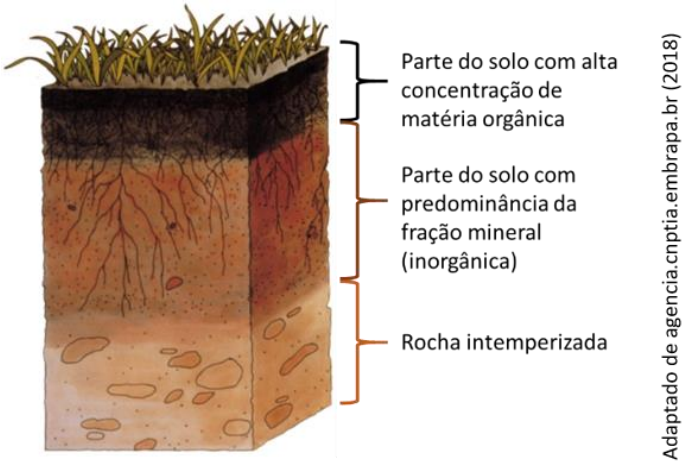
- **Compostos orgânicos:** substâncias orgânicas em geral (substâncias compostas principalmente de carbono), a exemplo de proteínas, carboidratos, resinas, aldeídos, compostos aromáticos e substâncias húmicas (compostos orgânicos de elevado peso molecular). Chamada fração orgânica do solo ou matéria orgânica do solo.
- **Compostos inorgânicos:** íons (cátions, ânions), ácidos, bases, sais e óxidos. Compõe a chamada fração mineral do solo (MOS).

O intemperismo das rochas é o principal meio de fornecimento de compostos inorgânicos para o solo. Quimicamente falando, na rocha, os compostos inorgânicos estão em formas mais complexas, os quais vão se modificando por processos físicos, biológicos e químicos até se "desfazerem" em formas mais simples no solo, que são os nutrientes. Esse processo é conhecido como intemperismo. Abaixo, segue uma reação que exemplifica esse processo:

$$\underset{\textbf{Rocha}}{2KAlSi_3O_8 + H_2O} \rightarrow \underset{\textbf{Solo}}{Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 4H_4SiO_4 + 2K^+ + 2OH^-}$$

Note, na reação acima, que, do lado esquerdo (reagentes), temos um composto mais complexo (maior) constituído por vários elementos químicos, o qual é decomposto em substâncias menos complexas (menores), do lado dos produtos (lado direito da reação).

Por outro lado, a matéria orgânica do solo (MOS) é incorporada através da superfície do solo e provém de restos de plantas, dejetos e animais mortos. Desta forma, a concentração de MOS é maior na parte superficial do solo. Levando em conta que, em geral, substâncias orgânicas escurecem o solo, então se realizarmos um corte no perfil do solo, perceberemos um degradê, em que a parte superficial é mais escura e vai "clareando" à medida que a profundidade aumenta, conforme ilustrado na figura abaixo.



Representação do perfil do solo.

As culturas agrícolas (plantas) retiram do solo os nutrientes necessários para seu desenvolvimento. Não é necessário decorar, mas saiba que os seguintes nutrientes (elementos químicos) são considerados essenciais para as plantas: C, N, O, H, Ca, Mg, K, P, S, Si, Mn, Fe, Cu, Zn, B, Cl, Co, Mo e Se. A maioria dos nutrientes são retirados (extraídos pelas raízes das plantas) tanto da parte orgânica como da inorgânica do solo. Dizemos, portanto, que um solo é fértil se ele apresentar todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas. Ressalto que os nutrientes precisam estar em concentrações adequadas, pois mesmo aqueles nutrientes essenciais ou "benéficos" podem ser tóxicos se estiverem em concentrações muito elevadas (acima de um patamar ótimo) podendo levar o vegetal à morte.

Como os vegetais crescem?

Cerca de 90% da composição seca (peso total subtraído do peso de água) das plantas são substâncias orgânicas: carboidratos, lipídeos, proteínas, etc. Mas de onde vem tanta massa seca? Como o vegetal consegue fabricar (sintetizar) essas moléculas?

De certo, você já ouviu falar sobre a fotossíntese, não é mesmo?

Fotossíntese: o próprio nome diz muito, pois FOTO vem de luz (= radiação eletromagnética), ou seja, síntese a partir da absorção de luz. É o processo pelo qual **plantas**, **algas** e **algumas bactérias** sintetizam carboidratos a partir de dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), utilizando como energia de ativação da reação a luz [em geral, luz solar]. Analisando a cadeia alimentar, notamos que a fotossíntese é indispensável para vida vegetal, animal e até humana. Isso porque, nós mesmos, utilizamos os carboidratos (produzidos essencialmente pelas plantas) como energia química para os processos fisiológicos do nosso organismo. Seguem abaixo duas reações, a primeira é a representação geral da fotossíntese e a segunda corresponde a síntese de glicose (um tipo de carboidrato) por meio da fotossíntese.

$$nCO_2 + nH_2O + \text{luz solar} \longrightarrow \{CH_2O\}n + nO_2$$

$$6CO_2(g) + 6H_2O(l) + \text{luz solar} \longrightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g)$$

Como se vê na reação acima, as plantas são capazes de absorver gás carbônico e água, produzindo carboidratos diversos e, na sequência, liberar oxigênio para atmosfera. **Nesse processo, temos a transformação da energia luminosa em energia química**. Isso se comprova ao lembrarmos que animais e humanos utilizam carboidratos como fonte de energia. Na prática, em organismos vivos, moléculas complexas como carboidratos, que contém energia química em suas ligações, são "quebradas" (oxidadas) e sua energia é liberada para as células. Vale ressaltar ainda que, na fotossíntese, o carbono passa da forma inorgânica (CO_2) para a forma orgânica.

Por fim, destaco que a clorofila, que confere cor verde dos vegetais, e outros pigmentos fotossintéticos são os responsáveis pela absorção da luz solar, cuja energia será utilizada para promover a fotossíntese.

(MEC 2017) Pesquisadores conseguiram estimular a absorção de energia luminosa em plantas graças ao uso de nanotubos de carbono. Para isso, nanotubos de carbono "se inseriram" no interior dos cloroplastos por uma montagem espontânea, através das membranas dos cloroplastos. Pigmentos da planta absorvem as radiações luminosas, os elétrons são "excitados" e se deslocam no interior de membranas dos cloroplastos, e a planta utiliza em seguida essa energia elétrica para a fabricação de açúcares. Os nanotubos de carbono podem absorver comprimentos de onda habitualmente não utilizados pelos cloroplastos, e os pesquisadores tiveram a ideia de utilizá-los como "antenas", estimulando a conversão de energia solar pelos cloroplastos, com o aumento do transporte de elétrons. Nanotubos de carbono incrementam a fotossíntese de plantas.

Disponível em: http://lqes.iqm.unicamp.br. Acesso em: 14 nov. 2014 (adaptado).

O aumento da eficiência fotossintética ocorreu pelo fato de os nanotubos de carbono promoverem diretamente a

A) utilização de água.

B) absorção de fótons.

C) formação de gás oxigênio.

D) proliferação dos cloroplastos.

E) captação de dióxido de carbono.

Comentários:

Pelo enunciado é possível perceber que os nanotubos potencializam a fase fotoquímica da fotossíntese. Os nanotubos de carbono incrementam a fotossíntese porque podem absorver comprimentos de onda não utilizados pelos cloroplastos, ou seja, aumentam a absorção de energia luminosa (fótons) de comprimentos de onda não utilizados pelos cloroplastos.

Resposta: letra B

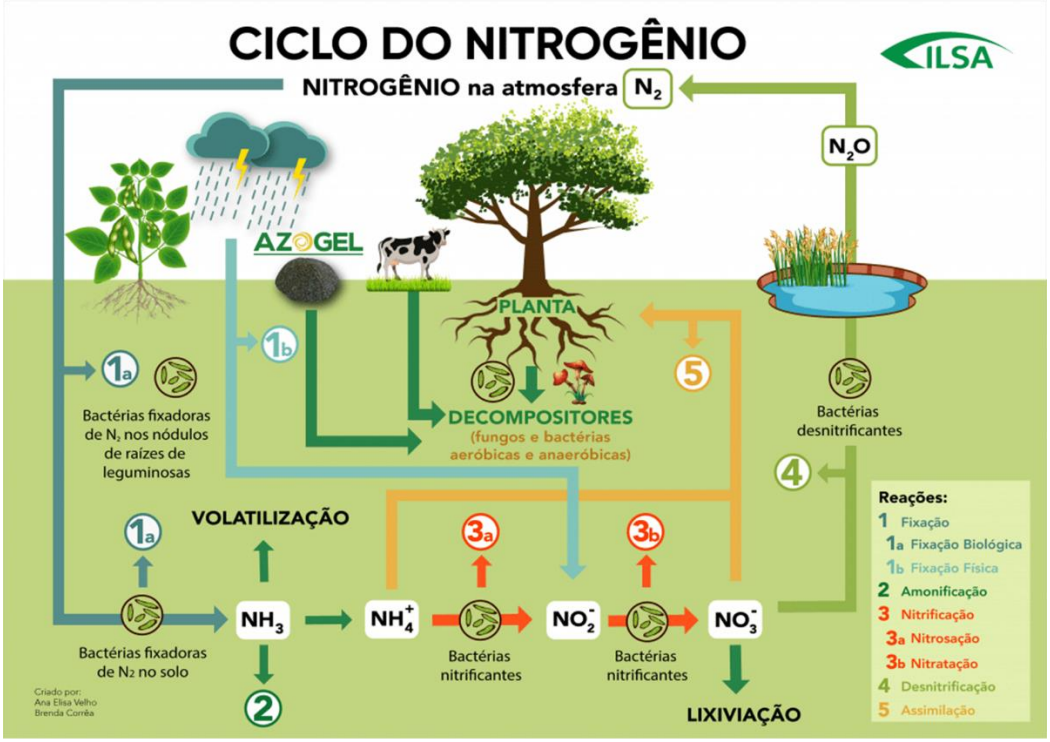
Ciclo do nitrogênio

Já vimos que as plantas são capazes de extrair carbono da atmosfera para produção de carboidrato. E quanto ao nitrogênio para produção de proteínas? Elas seriam capazes de absorver o nitrogênio (N_2), em sua forma elementar, da atmosfera? Nesse caso, a resposta é: Não! As plantas não conseguem absorver o nitrogênio atmosférico.

Então, de onde vêm o nitrogênio utilizados pelas plantas?

A resposta está no **ciclo do nitrogênio** ou **ciclo do azoto**, ilustrado na figura esquemática abaixo.

[*Acompanhe a discussão correlacionando-a com a imagem abaixo*] O processo de incorporação do nitrogênio atmosférico (gás que corresponde a 78% do ar atmosférico) ao solo se chama **FIXAÇÃO** e pode ocorrer de três formas: **fixação biológica**, **fixação física** (N_2 submetido a condições energéticos como relâmpagos pode se transformar a outras formas de N) e **fixação industrial** (obtenção de amônia a partir de nitrogênio atmosférico e hidrogênio, processo Haber-Bosch). Para nós, é importante detalhar a **fixação biológica**, realizada por bactérias fixadoras, muitas delas associadas às raízes de plantas leguminosas (ex: feijão). Como a quebra da molécula de nitrogênio (N_2) é difícil em razão de tripla ligação, essa transformação requer a presença de uma enzima (catalisador biológico) chamada nitrogenase, para transformá-lo em amônia ($NH_{3(g)}$). Após sua fixação no solo, o nitrogênio agora na forma de NH_3 é mineralizado por microorganismos aeróbicos e anaeróbicos para a forma de amônio (NH_4^+), processo este chamado **amonização**. Outra forma de abastecer o solo com nitrogênio ligado é pela decomposição de restos de vegetais e animais mortos. Essa decomposição é realizada por fungos e bactérias que transformam o nitrogênio orgânico (ex: proteínas) também em amônio (NH_4^+). Na sequência, ocorrem também dois processos realizados por bactérias (vide figura abaixo), o NH_4^+ é transformado em nitrito (NO_2^-) - **nitrosação**, que por sua vez, é oxidado a **nitrato (NO_3^-)** - **nitratação**, **que é a forma absorvível pelas plantas**. Parte do nitrato é perdido de volta para atmosfera na forma de óxido nitroso (N_2O) pelo processo de **desnitrificação**, realizada por microorganismos aneróbicos, utilizando o nitrato como fonte de oxigênio em sua respiração, fechando o ciclo. Convém adiantarmos a relação do ciclo do nitrogênio com questões atmosféricas, o N_2O tem potencial de efeito estufa cerca de 300 vezes superior ao gás carbônico (CO_2) e estima-se que é o terceiro mais importante para este problema, ficando atrás somente do gás carbônico e o metano (CH_4).



ilsabrasil.com.br/ciclo-do-nitrogenio-e-suas-reacoes/ (2021)

Ciclo do nitrogênio ou ciclo do azoto.

Após toda essa explanação sobre o ciclo do nitrogênio, é coerente pensar que se, após a colheita, a produção agrícola (vegetais) for levada para regiões distantes do solo em que o vegetal se desenvolveu, então será provocado um desequilíbrio dos estoques, sobretudo de **nitrogênio,** que é o **elemento que mais influencia no desenvolvimento das plantas**. Isso porque o nitrogênio incorporado na planta, a qual será consumida por animais e humanos, não voltará diretamente para o solo de origem, interrompendo ou prejudicando o ciclo de nitrogênio.

Quando o solo não apresenta as quantidades necessárias de um nutriente é necessário aplicar um fertilizante que tenha o nutriente em falta, aumentando a fecundidade do solo e melhorando a produtividade agrícola. A adição do fertilizante seria ótima se não levasse a um desequilíbrio ecológico, isso porque os agentes decompositores não conseguem processá-los na mesma velocidade com que são adicionados ao solo, o que leva a um excesso de nutrientes. Como consequência temos a eutrofização. O aumento de nutrientes no solo pode diminuir a matéria orgânica e alterar a capacidade do solo em reter água (que é extremamente importante no cultivo de qualquer planta).

Uma alternativa ao uso dos fertilizantes comerciais é o emprego da adubação verde associada a rotação de cultura ou plantio consorciado. Nesse tipo de adubação, são utilizadas plantas que melhoram as condições físicas, químicas e biológicas do solo. Há espécies como leguminosas, que se associam a bactérias fixadoras de nitrogênio do ar, transferindo-o para as plantas. Imagine uma plantação de café, o nitrogênio foi assimilado pela planta e após a colheita o solo está pobre desse nutriente. Faz-se então a rotação de cultura e planta-se uma leguminosa, o feijão por exemplo. Há uma simbiose entre o feijão e os rizóbios, que são bactérias fixadoras de nitrogênio e o solo volta a ficar rico desse nutriente.

Ainda estamos passando por uma etapa de convencimento dos agricultores sobre a importância e benefícios da utilização de práticas sustentáveis na agricultura. Muitos deles ainda estão estritamente preocupados com os aspectos financeiros e, por isso, utilizam de todos os métodos não naturais de reposição dos nutrientes do solo, com o intuito de encurtar o tempo de colheita, sem se preocupar com seus impactos ambientais. Felizmente essa realidade está mudando, pois, em muitos casos, é fácil provar que há vantagens inclusive financeiras de se implantar práticas sustentáveis. A Embrapa, empresa pública do ramo, onde trabalhei entre 2010 e 2017, tem intensificado pesquisas nesse sentido a fim de demonstrar cientificamente todos os ganhos (ambientais e financeiros) de práticas como rotação de cultura e integração lavoura pecuária (plantação e criação de gado em uma mesma área).

(MEC 2011 – PPL) Com a utilização dos biocombustíveis, grandes áreas estão sendo ocupadas com a cultura da cana-de-açúcar, o que acarreta o desgaste do solo. Para contrabalançar esse desgaste, tem-se iniciado o plantio alternado de cana-de-açúcar com algumas espécies de leguminosas, já que essa rotação dispensa a adubação nitrogenada.

Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br. Acesso em: 16 jun. 2011(adaptado).

Essa prática agrícola ocasiona o enriquecimento do solo, porque as leguminosas possuem bactérias em associação com suas raízes, que favorecem o processo de

A) nitrosação, no qual a amônia não absorvida pelas plantas é oxidada e convertida em nitrito.

B) fixação, no qual o nitrogênio do ar é convertido em amônia e incorporado em compostos nitrogenados.

C) amonificação, no qual os decompositores devolvem ao solo os compostos minerais e liberam nitrogênio na forma de amônia.

D) desnitrificação, no qual o nitrato é oxidado em compostos orgânicos que retornam ao solo.

E) nitratação, no qual os nitritos formados são liberados no solo e oxidados, formando nitratos.

Comentários:

As bactérias associadas às raízes das leguminosas são bactérias fixadoras de nitrogênio do ar. Esse nitrogênio é convertido em amônio (NH_4^+) e transferido para as plantas. Portanto, o nosso gabarito é a letra B.

Resposta: letra B

Ciclo do carbono

Vamos agora entender o ciclo do carbono sobre o qual já demos umas pinceladas, a exemplo da fotossíntese, em que carbono atmosférico na forma de CO_2 é utilizado pelas plantas para formação de carboidratos diversos. Esse ciclo pode ser dividido em dois subciclos que se comunicam: **ciclo biológico do carbono** e **ciclo geológico do carbono**. O primeiro se ancora em processos rápidos de transformação do carbono, envolvendo organismos vivos. O segundo é lento (longo prazo) e ocorre por meio de processos biológicos.

De modo bem geral, vamos lembrar que o carbono está presente na atmosfera (CO_2), o qual em contato com a água produz bicarbonato, HCO_3^-, outra forma inorgânica de carbono (Equilíbrios químicos envolvidos: $CO_{2(g)} + H_2O \leftrightarrows H_2CO_3 \leftrightarrows H^+_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)}$). Na fotossíntese, gás carbônicos e bicarbonato são transformados em moléculas orgânicas (ex: carboidratos). Essas, por sua vez, são transportadas pela cadeia alimentar e são utilizadas nos processos de respiração celular (inclusive o nosso) em que o carbono orgânico (presente em carboidratos, lípideos e proteínas) são novamente transformados em gás carbônico. O armazenamento de carbono a longo prazo se dá pela formação dos combustíveis fósseis em que ele é enterrado profundamento ou afunda no oceano na forma de rocha sedimentar. Acompanhe a discussão a seguir correlacionando-a coma figura abaixo.

Ciclo biológico do carbono: os seres **autótofros**[3] ou auto-alimentadores (quase todos realizando fotossíntese) **são os responsáveis por introduzir o carbono nas cadeias alimentares**, pois são eles os capazes de aproveitar o carbono inorgânico (CO_2 e HCO_3^-) e transformá-lo em orgânico ("fabricação de moléculas orgânicas"), alimento para os organismos dos próximos níveis tróficos. Em um processo chamado **respiração celular**, as células dos organismos heterótrofos, ou consumidores, utilizam/consome o carbono na forma orgânica, advindo da cadeia alimentar, para obter energia, transformando os compostos orgânicos em gás carbônico (CO_2), retornando esse carbono para atmosfera e consequentemente para os oceanos, pois existe um equilíbrio entre esse gás na atmosfera e nos ambientes aquáticos. A liberação de gás carbônico também

[3] Capazes de sintetizar seu próprio alimento a partir de material inorgânico.

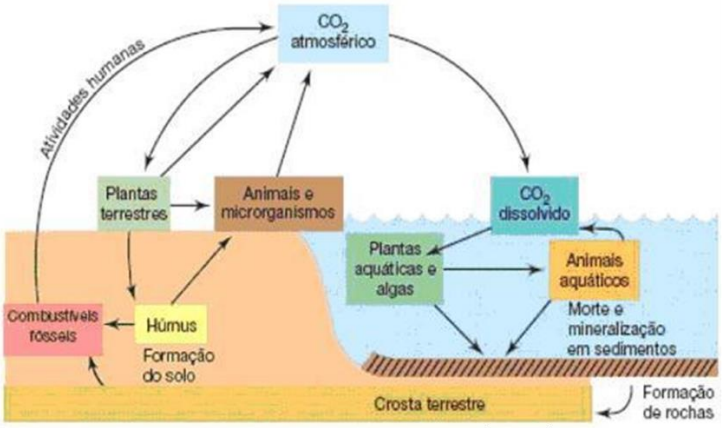
ocorre pelos **organismos decompositores** que **decompõem organismos mortos e produtos residuais** (ex: fezes), ou seja, transforma matéria orgânica em CO_2.

Ciclo geológico do carbono: baseado em processos lentos, muitos levam milhões de anos. É, por isso também, que o carbono é armazenado por longos períodos em uma série de reservatórios: solos, rochas, ecossistemas aquáticos e atmosfera. Como já adiantei, a atmosfera estabelece intensas e contínuas trocas de gás carbônico com os ambientes aquáticos, já que o CO_2 pode ser dissolvido em água e com ela formar ácido carbônico, o qual pode se dissociar liberando H^+ (diminuindo o pH, aumentando a acidez) e bicarbonato HCO_3^-, conforme equilíbrios químicos abaixo. Note que as setas são bidirecionais, então o caminho inverso também pode ocorrer e ser liberado CO_2 a partir de ambientes aquáticos. Ainda no ambiente aquático, como o ácido carbônico é fraco, o mesmo pode sofrer decomposição em água e CO_2.

$$CO_{2(g)} + H_2O \leftrightarrows H_2CO_3 \leftrightarrows H^+_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)}$$

Por meio do intemperismo das rochas (processo de desintegração), há a liberação de bicarbonato (HCO_3^-), o qual também pode alimentar oceanos o qual será utilizado para formação de conchas carbonatadas. Após morte, esse carbono se acumula no ambiente, compondo os sedimentos no fundo dos oceanos, servindo de fonte para formação de rochas calcárias. Considerando longos períodos, os sedimentos no fundo do mar participam do ciclo tectônico, contribuindo para formação do magma, resultando na formação de CO_2 liberado para atmosfera em processos eruptivos. Note que o ciclo geológico, embora muito lento, é de suma importância para manutenção do carbono na hidrosfera e litosfera.

Claro que o ciclo do carbono como um todo está diretamente envolvido no efeito estufa e problemas relacionados ao aquecimento global, mas isso discutiremos um pouco mais para frente.



todoestudo.com.br/biologia/ciclo-do-carbono (2021)

Ciclo do enxofre

Enxofre é um macronutriente essencial à vida. De forma análoga ao que acontece com o nitrogênio, há microorganismo que o assimilam e também outros que os eliminam, por meio dos seus processos metabólicos.

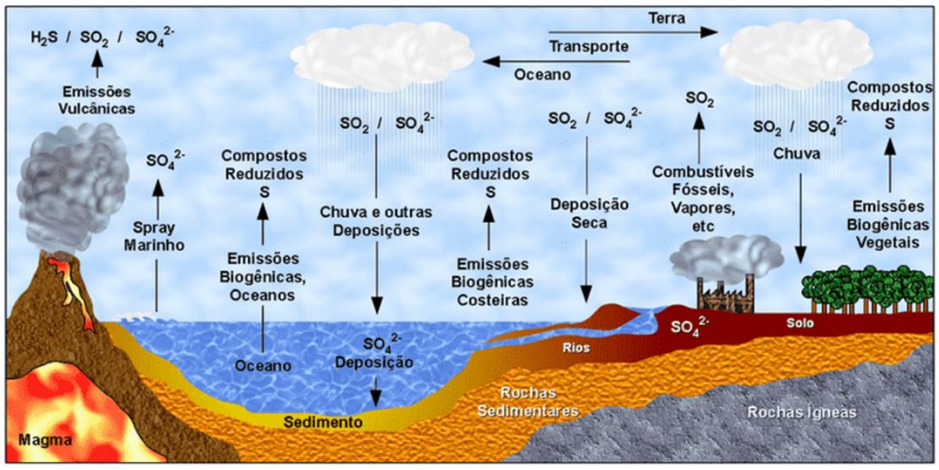
A maior parte do enxofre está reservada na crosta terrestre e só uma pequena parte se apresenta na atmosfera. Esse elemento está contido na forma elementar (S) nos solos e rochas e, ao entrar em contato com o oxigênio (até mesmo em ambiente aquoso), sofre oxidação para sua forma mais oxidada, o ânion

sulfato (SO_4^{2-}). Este por sua vez é solúvel em água, o que lhe permite sua absorção por microorganismos e vegetais. Depois de absorvido, atua como cofator ("estimulador") de algumas reações e pode ser utilizado em processos de síntese de proteínas, passando a compor certos aminoácidos.

Na atmosfera pode ser encontrado na forma de **dióxido de enxofre** (SO_2, maior parte, 3/4), de **anidrido sulfídrico** (SO_3) e **gás sulfídrico** (H_2S, que tem cheiro de "ovo podre"). Este último tem vida curta (algumas horas) e se transforma em SO_2. SO_2 e SO_3 chegam ao solo por meio de chuva (por ex, na chuva ácida), onde se transformam em sulfato e se tornam novamente disponíveis.

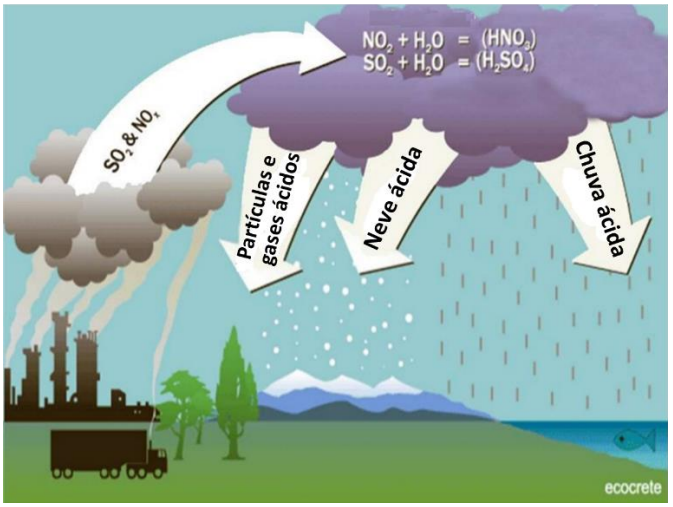
E como o enxofre chega até a atmosfera?

Naturalmente apenas pela ação de organismos decompositores que produzem gás sulfídrico. Há organismos, sulfobactérias, que realizam o processo inverso, consumindo compostos contendo enxofre para obter energia em um processo chamado quimiossíntese. A contribuição das atividades vulcânicas para a liberação de enxofre na atmosfera é bem pequena, sendo predominante essa liberação por meio de atividades industriais que produzem SO_2 e SO_3, contribuindo para o agravamento do problema da chuva ácida.



https://querobolsa.com.br/enem/biologia/ciclo-do-enxofre (2021)

O enxofre e o problema da chuva ácida



Traduzido de www.reneworegon.org (2019)

No **ciclo hidrológico** (ciclo da água), o vapor de água proveniente da evaporação é responsável pela formação das nuvens na atmosfera. Quando as nuvens ficam sobrecarregadas e atingem altas altitudes, a água condensa (passa do estado gasoso para o líquido, liquefação) e ocorrem as chuvas. Na direção atmosfera → solo, a água "arrasta" vários componentes da atmosfera. Mesmo que o ar não esteja poluído, haverá a presença de nitrogênio, oxigênio, argônio, gás carbônico (CO_2) e uma série de outros gases. O CO_2, por exemplo, reage com a água da chuva, formando ácido carbônico conforme reação abaixo, logo a água da chuva é naturalmente ácida. Em regiões cujo ar não é considerado poluído a água da chuva costuma ter pH em torno de 5,6.

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$

Ora, se toda chuva naturalmente traz consigo uma água ácida, então, por que se fala tanto no problema ambiental da chuva ácida?

Percebe-se que em certas regiões, o pH da chuva é inferior a esse valor (<5,6) e essas chuvas são chamadas de **chuva ácida**. Então, nesses casos, teremos uma chuva com caráter ainda mais ácido do que o naturalmente esperado.

A **chuva ácida** causa uma série de efeitos negativos, dentre os quais destacam-se: a acidificação do solo, o que prejudica as plantações; a acidificação de lagos, prejudicando a vida aquática, pois muitos organismos são sensíveis a essa redução do pH. A chuva ácida também acelera a corrosão e o desgaste de monumentos, de estruturas metálicas e de edificações em geral, entre tantos outros problemas.

A chuva ácida é causada principalmente pela presença de óxidos de enxofre (SO_2 e SO_3) e óxidos de nitrogênio (NO e NO_2) na atmosfera, pois a reação desses compostos com o oxigênio e a água leva a formação de **ácido sulfúrico (H_2SO_4)** e **ácido nítrico (HNO_3)**, que são ácidos fortes [vale lembrar, muitíssimos mais fortes que o ácido carbônico]. É importante ressaltar que a presença desses óxidos não é oriunda apenas da ação do homem, mas também são liberadas para a atmosfera devido a processos naturais. Por exemplo, o ácido sulfúrico pode ser formado a partir do dióxido de enxofre (SO_2) que é lançado na atmosfera devido a erupções vulcânicas. Veja a sequência de reações que leva a formação do ácido sulfúrico.

$$2\ SO_2 + O_2 \rightarrow 2\ SO_3$$

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

O ácido nítrico pode ser formado naturalmente durante as tempestades, já que na atmosfera há N_2 e O_2. Durante uma tempestade, os raios fornecem energia provocando uma reação que leva à formação de monóxido de nitrogênio (NO):

$$N_2 + O_2 \rightarrow 2\ NO$$

Os óxidos de nitrogênio também podem ser formados pela decomposição de vegetais e animas e por bactérias do solo. Na atmosfera ainda podem ocorrer as seguintes reações, que levam a produção do ácido nítrico:

$$2\ NO + O_2 \rightarrow 2\ NO_2$$

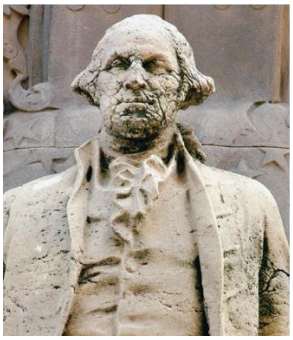
$$2\ NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_2 + HNO_3$$

$$2\ HNO_2 + O_2 \rightarrow 2\ HNO_3$$

A contribuição humana para a formação da chuva ácida se dá pela queima de combustíveis fósseis como o carvão e o petróleo. Também podemos citar a atividade metalúrgica que libera grande quantidade de SO_2. A combustão nos motores de carros, aviões e etc. também liberam grandes quantidades de óxidos de nitrogênio.

Um detalhe interessante da chuva ácida é que ela não precipita apenas em regiões com elevado grau de poluição, pois as correntes de ar levam esses poluentes para outras regiões e, mesmo países com baixa emissão de gases tóxicos como a Suécia, sofrem com o fenômeno da chuva ácida. Em uma comparação simples, mesmo seguindo todos os cuidados para não deixar água parada, se o vizinho não cuida bem do quintal dele, corremos o risco de ser infectado com o vírus da Dengue.

edu.glogster.com (2019)


chem.libretexts.org (2019)

www.isustainableearth.com (2019)

Exemplos dos efeitos da chuva ácida.

Acidez do solo

Da nossa discussão anterior, percebemos que vários são os parâmetros de fertilidade do solo, a exemplo das concentrações dos elementos essenciais para as plantas como nitrogênio, cálcio e ferro. Quero destacar aqui um importante parâmetro de fertilidade de solo:

> **Acidez do solo**, que, em geral, é estimada pela medição do pH (potencial hidrogeniônico) do solo.

Qual o pH ideal do solo para o plantio?

Em geral, as diferentes culturas (plantações) se desenvolvem bem em pH próximo à neutralidade, **entre 6,0 e 7,0**.

> Infelizmente quase todos os solos brasileiros são ácidos e, por isso, é necessário a **correção do seu pH por meio da aplicação de calcário** (composto essencialmente de carbonato de cálcio $CaCO_3$, que é um sal de caráter básico), cujo pH está entre 6,0 e 6,2. Além de corrigir o pH do solo, o calcário também fornece cálcio e magnésio, que são elementos essenciais para a planta. A adição de calcário também é conhecida como **calagem do solo**.

A lixiviação é um problema ambiental que se relaciona, de certa forma, com a acidez do solo. No processo de **lixiviação do solo**, decorrente do seu mau uso (ex: desmatamento, queimadas, pastagem), os minerais, que ficam mais expostos à ação da chuva, são dissolvidos pela água e carregados para as camadas mais profundas do solo, tornando-o infértil para o plantio. Em geral, pH mais ácido aumenta a solubilidade dos minerais em água, o que torna solos ácidos mais susceptíveis à lixiviação. O **alumínio** e o **manganês** são pouco solúveis e, por isso, resistem à lixiviação. Nesse sentido, em solos ácidos, é comum encontrarmos concentrações elevadas desses dois elementos.

Para piorar, a situação dos solos ácidos, sabe-se que

> **O alumínio é tóxico para as plantas**, reduzindo o crescimento de sua raiz, o que impede que a planta obtenha água e nutrientes de regiões mais profundas do solo. Isto significa que altas concentrações de alumínio impactam negativamente na produtividade agrícola.

pH ácido torna os nutrientes mais solúveis, enquanto pH mais básico (menor concentração de H^+ ou maior concentração de OH^-) torna os nutrientes mais insolúveis e o mesmo acontece com o alumínio. Note, pela reação abaixo, que forma-se hidróxido de alumínio (composto extremamente insolúvel) em pH mais básico ou alcalino.

$$Al^{3+} + 3OH^- \longrightarrow Al(OH)_3$$

Acontece que, quanto mais insolúvel se encontra um elemento, mais ele estará indisponível para as plantas, já que as formas mais absorvíveis são as iônicas, que são formadas na solubilização dos compostos em água. De tudo isso, concluímos que a aplicação de calcário no solo (calagem) traz diversas vantagens, entre as quais destacam-se:

- Torna o alumínio menos solúvel e, consequentemente, menos disponível para as plantas, diminuindo sua toxicidade;
- É fonte de cálcio e magnésio, elementos essenciais para desenvolvimento das plantas;
- Ajusta o pH do solo para valores próximos à neutralidade, em que a produtividade agrícola é mais elevada; e
- Diminui a lixiviação dos minerais do solo.

(MEC - 2018) O manejo adequado do solo possibilita a manutenção de sua fertilidade à medida que as trocas de nutrientes entre matéria orgânica, água, solo e o ar são mantidas para garantir a produção. Algumas espécies iônicas de alumínio são tóxicas, não só para a planta, mas para muitos organismos como as bactérias responsáveis pelas transformações no ciclo do nitrogênio. O alumínio danifica as membranas das células das raízes e restringe a expansão de suas paredes, com isso, a planta não cresce adequadamente. Para promover benefícios para a produção agrícola, é recomendada a remediação do solo utilizando calcário ($CaCO_3$).

BRADY, N. C.;WEIL,R. R. Elementos da natureza e propriedades dos solos. Porto Alegre:Bookman,2013 (adaptado) .

Essa remediação promove no solo o(a)

A) diminuição do pH, deixando-o fértil.

B) solubilização do alumínio, ocorrendo sua lixiviação pela chuva.

C) interação do íon cálcio com o íon alumínio, produzindo uma liga metálica.

D) reação do carbonato de cálcio com os íons alumínio, formando alumínio metálico.

E) aumento da sua alcalinidade, tornando os íons alumínio menos disponíveis.

Comentários:

Embora tenhamos discutido a toxicidade do alumínio para as plantas, o próprio enunciado já trazia essa informação para o leitor. Além disso, foi informado que os prejuízos das altas concentrações de alumínio podem ser remediados pela aplicação de calcário ($CaCO_3$), processo denominado calagem do solo. O candidato precisava conhecer o princípio dessa remediação.

De início, vale lembrar que a calagem é muito utilizada em solos ácidos, pois $CaCO_3$, por ser um sal de caráter básico, é capaz de elevar o pH do solo para valores próximo à neutralidade (entre 6,0 e 6,2), faixa que propicia uma maior produtividade agrícola. Apenas com essa informação, já era possível encontrar a alternativa correta, pois a letra E é a única alternativa que menciona a elevação do pH (= aumento da alcalinidade). No entanto, vale analisar a segunda parte da alternativa que afirma que, em pH mais elevado, o alumínio estará menos disponível [para as plantas].

Com o aumento do pH, temos a diminuição da concentração de H+ (espécie ácida) e o aumento (OH^-). Vimos que na presença de OH^-, forma-se hidróxido de alumínio (composto extremamente insolúvel).

$$Al_3^+ + 3OH^- \rightarrow Al(OH)_3$$

Quanto mais insolúvel se encontra um elemento, mais ele estará indisponível para as plantas, já que as formas mais absorvíveis são as iônicas, formadas na solubilização dos compostos em água. Desta forma, a calagem consegue diminuir a disponibilidade do alumínio e, consequentemente, reduzir seus efeitos tóxicos às plantas.

Resposta: letra E

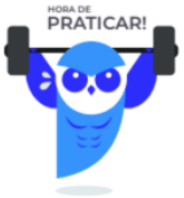
Compostagem

A **compostagem** é um processo biológico aeróbio (precisa de oxigênio) que transforma a matéria orgânica do lixo em composto orgânico (húmus). Esse processo é controlado e é realizado pelos microrganismos presentes no próprio lixo. O produto obtido pela compostagem é estável, humificado, livre de qualquer substância ou microrganismo patogênico que possa fazer mal a saúde humana, das plantas e dos animais e pode ser utilizado como fertilizante orgânico em solos.

Do ponto de vista ambiental, a compostagem é muito importante, pois dá-se um fim nobre ao lixo que seria descartado no aterro sanitário ou em lixões. A destinação de resíduos é uma questão que exige muita atenção, pois a sociedade moderna é muito consumista e como resultado grandes quantidades de resíduos são produzidas. É necessário repensar nossa postura como consumidores, buscando reduzir os resíduos que geramos, utilizar materiais que sejam biodegradáveis e reciclar nos casos que sejam possíveis.

A compostagem ocorre em duas fases:

- A primeira etapa é chamada de degradação ativa e é nela que a oxidação da matéria orgânica ocorre de forma mais intensa. Os compostos orgânicos complexos são degradados em espécies mais simples e a maioria dos organismos patogênicos são eliminados. É uma etapa termofílica e a temperatura pode chegar a 70°C.
- A segunda etapa é chamada de maturação e nela ocorre a humificação e estabilização do composto obtido. As substâncias presentes dão origem ao composto mineralizado, que é adequado ao uso na agricultura.



(MEC 2017 - 2ª APLICAÇÃO) Para a produção de adubo caseiro (compostagem), busca-se a decomposição aeróbica, que produz menos mau cheiro, seguindo estes passos:

I. Reserve um recipiente para depositar o lixo orgânico e monte a composteira em um local sombreado.

II. Deposite em apenas um dos lados da composteira o material orgânico e cubra-o com folhas.

III. Regue o material para umedecer a camada superficial.

IV. Proteja o material de chuvas intensas e do sol direto.

V. De dois em dois dias transfira o material para o outro lado para arejar.

Em cerca de dois meses o adubo estará pronto

Processo de compostagem. Disponível em: www.ib.usp.br. Acesso em: 2 ago. 2012 (adaptado)

Dos procedimentos listados, o que contribui para o aumento da decomposição aeróbica é o

A) I.

B) II.

C) III.

D) IV.

E) V.

Comentários:

Sabemos que a compostagem é um processo controlado e que precisa de oxigênio (aeróbio). O enunciado traz um passo a passo da montagem em uma composteira e deseja saber em qual dessas etapas haverá o favorecimento da decomposição aeróbica, ou seja, em qual fase haverá entrada de oxigênio no sistema para os microrganismos decompositores.

Letra A: incorreta. A montagem da composteira em um lugar sombreado não aumentará a concentração de oxigênio no meio. Ela será importante para que o teor de umidade não esteja abaixo do necessário. Afinal, se você montar a composteira sem proteção solar, haverá um aumento na taxa de evaporação da água presente nesse meio.

Letra B: incorreta. O material orgânico é depositado em apenas um dos lados da composteira para facilitar o reviramento dele de tempos em tempos. As folhas auxiliam na manutenção do teor de umidade necessária e na adição dos macronutrientes carbono e nitrogênio.

Letra C: incorreta. A rega acontece para a manutenção do teor de umidade ideal, que é em torno de 60%. Se o teor de umidade for alto, maior que 65%, pode ocorrer a percolação dos nutrientes e são produzidos odores desagradáveis. Se o teor de humidade for baixa, menor que 40%, a atividade microbiológica é inibida e há uma diminuição na taxa de estabilização.

Letra D: incorreta. Esse procedimento também é importante para a manutenção do teor de humidade ideal.

Letra E: correta. Quando você transfere o material para o outro lado da composteira, você revira esse material, provocando a entrada de ar em seu conteúdo. O próprio item diz que esse procedimento é feito para **arejar**. O verbo arejar significa fazer circular o ar em um recinto. O ar é rico em oxigênio, logo, ao se revirar o material, há entrada de oxigênio que favorece os microrganismos aeróbios.

Resposta: letra E

Agrotóxicos

Os **agrotóxicos** são produtos químicos usados no controle de pragas e doenças em plantas e por isso são responsáveis pelo crescimento da produção agrícola. O nosso país é um dos que mais empregam esse tipo de produto químico, visto a extensão das nossas terras agriculturáveis. Muitas vezes esses agrotóxicos são utilizados sem critérios técnicos o que acaba piorando a relação agrotóxicos e meio ambiente que já é bastante complexa, visto que a aplicação desse produto resulta em impactos ambientais alarmantes, a exemplo da contaminação das águas e do solo, além do prejuízo à saúde da população. Isso tem levado muitas pessoas a buscarem uma "alimentação orgânica", cujos produtos são cultivados sem o uso dos agrotóxicos. Outro problema ambiental é o desaparecimento de algumas espécies úteis e consequentemente aparição de novas pragas, que é um tipo de desequilíbrio ambiental.

Você já deve ter ouvido falar sobre o aumento da mortandade e desaparecimento das abelhas. O contato das abelhas com agrotóxicos acontece nas atividades desse inseto: coleta de água, resinas, vegetais, pólen e néctar. O resultado é uma intoxicação que pode ser letal ou causar efeitos na fisiologia e no comportamento desses insetos, como paralisia, desorientação e mudanças comportamentais.

São considerados agrotóxicos os:

Inseticidas: controle de insetos	Fungicidas: controle de fungos
Herbicidas: combate às plantas invasoras	Fumigantes: combate às bactérias do solo
Avicidas: combate a aves	Desfoliantes: combate às folhas indesejadas
Nematicidas: combate aos nematoides	Algicida: combate a algas

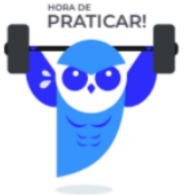
Moluscicidas: combate aos moluscos	Acaricidas: combate aos ácaros
Reguladores de crescimento	Dissecantes

As substâncias orgânicas que agem nos agrotóxicos podem ser de origem vegetal, como por exemplo a nicotina, ou podem ser obtidos por síntese, os quais podemos citar os **organoclorados**, **organofosforados** e os **carbamatos**.

Os **organoclorados** são insolúveis em água; solúveis em líquidos apolares, e consequentemente em óleos e gorduras, o que ocasiona o acúmulo no tecido adiposo de organismos vivos; apresentam alta estabilidade, levando muitos anos para se degradar na natureza. São exemplos de organoclorados o DDT, BHC ou lindano, aldrin, dieltrin etc.

Os **organofosforados** são ésteres do ácido fosfórico. Apresentam toxicidade mais aguda que os organoclorados, porém são menos persistentes no meio ambiente sofrendo degradação mais rápida. Como consequência, para se ter a mesma eficácia dos organoclorados, é necessário um número maior de aplicações. São exemplos de organofosforados o glifosato, o malation, paration etc.

Existem alguns métodos na agricultura que podem reduzir a contaminação com os agrotóxicos, como o controle biológico de pragas e doenças, em que as pragas são combatidas por seus predadores ou parasitas naturais. Também pode ser empregado o uso de feromônios naturais, por exemplo, o uso de um feromônio que advirta os insetos de uma determinada espécie sobre uma situação de perigo fará com que esses insetos fiquem longe da plantação.



(MEC PPL - 2011) Em uma região de intensa produtividade agrícola, foram detectados problemas de saúde recorrentes na população. Intrigados com o fato, pesquisadores iniciaram estudos nas águas e nos solos da região e observaram que os rios estavam contaminados com grande quantidade de agrotóxicos e os solos tinham elevadas concentrações de metais pesados, tais como chumbo e mercúrio.

Em relação ao uso de agrotóxicos, a partir da situação hipotética descrita no texto, observa-se que

A) os processos naturais são suficientes para purificar o solo e a água contaminados por agrotóxicos nessa região.

B) o controle do consumo de peixes provenientes dos rios contaminados erradicaria a causa dos problemas de saúde.

C) a população local deve consumir água filtrada ou fervida, medidas importantes para a eliminação de metais pesados.

D) a proibição de se construir em áreas onde o solo e a água estão contaminados por agrotóxicos bastaria para impedir a contaminação das pessoas com metais pesados.

E) os estudos mais aprofundados de medidas que impeçam a descarga de agrotóxicos e as iniciativas relativas ao correto manejo do solo são indispensáveis ao caso.

Comentários:

O texto fala de uma região cuja água e solo estão contaminados por agrotóxicos. Nessa região a população sofre recorrentemente com problemas de saúde. Percebe-se que existe uma relação entre essa contaminação e os problemas de saúde.

Letra A: incorreta. Pelo próprio enunciado, percebe-se que os processos naturais não são suficientes para purificar o solo e a água, visto que foram encontrados no solo e na água substâncias contaminantes.

Letra B: incorreta. Apenas evitar o consumo dos peixes da região não acabaria com os problemas de saúde, visto que a água desse rio pode ser utilizada para abastecimento em algum ponto, sendo empregada para beber ou para irrigar uma plantação. Além de que se o solo está contaminado por metais pesados, essa contaminação pode passar para os alimentos cultivados nesse solo e, ao ingeri-los, a população pode apresentar problemas de saúde.

Letra C: incorreta. A fervura ou simples filtração da água não elimina metais pesados. Seria necessário investir em processos oxidativos avançados, um tipo de tratamento que não é barato e requer uso de instrumentos e de mão de obra qualificada.

Letra D: incorreta. Apenas proibir a construção nessas áreas não impede a contaminação da população, pois, como foi dito no item B, essa água pode ser utilizada para irrigação ou abastecimento e os produtos cultivados nesse solo também podem ser fontes de contaminação.

Letra E: correta. Você já ouviu a frase "é melhor prevenir do que remediar?". Essa frase se aplica bem a essa situação, pois é melhor um gerenciamento adequado do solo e dos produtos químicos a fim de que se evite ou diminua a contaminação.

Resposta: letra E

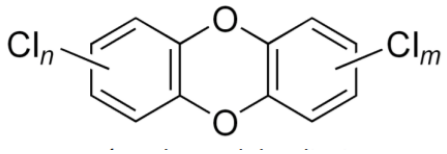
Dixoinas, furanos e bifenilas policloradas

Parte do resumo do artigo de Denise (2018)[4] precisa ser transcrito na íntegra, pois é deveras informativo para o assunto desta seção. Toda vez que a autora discutir sobre a estrutura dessas classes de compostos, correlacione com a estrutura geral apresentada logo em seguida para cada uma das três classes de substâncias.

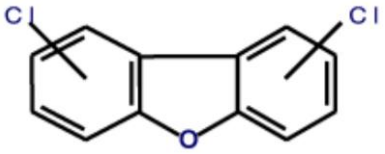
> *A **dioxina** e os **furanos**, subprodutos de uma tecnologia desenvolvida no primeiro mundo, resumem-se ao cloro em contato com a matéria orgânica; são, enfim, compostos **organoclorados**. A estrutura química é semelhante, mas há diferença na ligação entre os anéis benzénicos, já que nas dioxinas ela é feita por dois átomos de oxigênio e nos furanos por apenas um átomo de oxigênio. Os **PCBs**, como são conhecidos os **bifenilos policlorados**, formam uma classe de compostos também organoclorados, provenientes da inclusão de átomos de cloro ao bifenilo. **São todos sintetizados artificialmente**, não há na natureza fontes de PCBs. Todas as três substâncias apresentam riscos para o meio ambiente e para a saúde dos seres humanos. **Embora cancerígenos**, são **largamente encontrados na nossa***

[4] BLOISE, Denise Martins. Dioxinas, Furanos e PCBs na nossa Alimentação. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, 2018, 14.7.

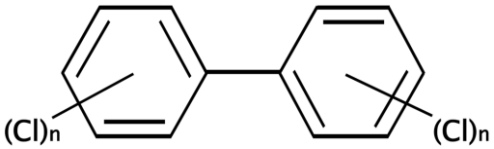
***alimentação**, dada sua dispersão e contaminação ambiental. São compostos com baixo potencial de degradação química e microbiológica e, portanto, são poluentes orgânicos persistentes, conhecidos como POPs.*



Fórmula geral das dioxinas (PCDDs)



Fórmula geral de furanos (PCDFs)



Estrutura geral das bifenilas policloradas (PCBs)

*Três famílias de compostos químicos compartilham estruturas químicas e características biológicas semelhantes e, por isso, estão intimamente relacionadas, quer sejam: dibenzo-p-dioxinas cloradas (CDD, **dioxinas**), dibenzofuranos clorados (CDF, **furanos**) e determinadas bifenilas policloradas (**PCB**).*[5]

Dioxinas (Dibenzo-p-dioxinas policloradas - PCDD)

Projetada para ser utilizada como arma química na Segunda Guerra Mundial, a **dioxina** passou a ser utilizada após a guerra como "modernizador da agricultura" como defensivo agrícola. Não tinha como isso ter um final feliz, não é mesmo? Além disso, sua aplicação se expandiu para diversas áreas como industriais, tratamento de água, cosméticos, alvejantes, materiais escolares e itens domésticos. Além disso, nos dias atuais, é relevante lembrar que a utilização de cloro em um polímero ("plástico"), o PVC (policloreto de polivinila ou "vinil"), trouxe a dioxina para a composição de um número inimaginável de produtos, dos mais diversos seguimentos, e, para agravar, a incineração ("queima") dos materiais de PVC produzem ainda mais dioxinas.

As dioxinas são subprodutos de vários processos industriais e são geradas na combustão (ex: em veículos, de cigarro, de lenha, etc). Por isso são lançadas na forma de fumaças e nuvens que se espalham na atmosfera e precipitam (descem novamente) sobre o solo e sobre os organismos vivos como nós. Já sabemos que são insolúveis em água, mas solúveis em gordura, portanto, podemos absorve-las pela pelo, pulmões e sobretudo pela alimentação. Pela afinidade por gordura, vão se acumulando em nosso tecido adiposo. Claro que, em razão da intensa atividade industrial, áreas urbanas são muito mais contaminadas, mas a área rural não escapa dessa poluição que chega pelo ar.

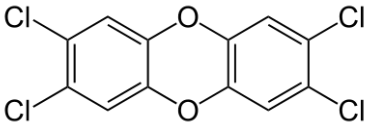
Mais informações importantes acerca das dioxinas:

- ✓ Família de substâncias orgânicas com estrutura química semelhante (vide acima).
- ✓ Oriundas da produção industrial e da combustão que envolvam substâncias contendo cloro.
- ✓ Engloba 75 substâncias conhecidas.
- ✓ TCDD 2, 3, 7, 8 - Tetra-chlordibenzo-p-dioxina - Veneno de Seveso (o mais tóxico).
- ✓ Toxidade se relaciona tanto pelo número quanto pela posição dos átomos de cloro nos anéis.

---

5 *https://cetesb.sp.gov.br/centroregional/a-convencao/poluentes-organicos-persistentes-pops/*. Acessado em dez. 2021.

- ✓ **Fontes:** processos industriais (fundição, branqueamento na indústria de papel e produção de alguns herbicidas e agrotóxicos); emissão veicular; incineração não controlada (carvão, turfa, madeira, resíduos hospitalares e municipais).
- ✓ **Principais danos e/ou risco à saúde:** muito tóxico! São substâncias **teratógenas** (causam má formação fetal), **mutagênicas** (causam mutações genéticas, algumas das quais podem causar câncer) e suspeita-se que sejam **carcinogênicas** para humanos (podem causar câncer). Devido a essas propriedades, as dioxinas mexem com a regulação de crescimento celular, induzindo ou bloqueando a morte de células. Elas são responsáveis por diversas alterações nocivas na saúde humana, provocando alterações no desenvolvimento sexual, problemas reprodutivos masculinos e femininos, danos irreversíveis ao sistema imune, diabetes, toxicidade orgânica, danos em uma grande variedade de hormônios.[6]
- ✓ **Por onde acontece a contaminação humana?** 90% pela alimentação (carne, laticínios, pescado e moluscos bivalve).
- ✓ Se acumulam pela afinidade com a gordura e estabilidade: vida média de 7 a 11 anos.
- ✓ Fazem parte da lista de **POPs** (**Poluentes Orgânicos Persistentes**).



TCDD 2, 3, 7, 8 - Tetra-chlordibenzo-p-dioxin - Veneno de Seveso

Furanos (Dibenzo-p-furanos policlorados - PCDF)

- ✓ Muito parecidos estruturalmente com as dioxinas, diferenciando apenas por existir entre seus anéis apenas uma ponte de oxigênio, conforme estruturas já apresentadas. Ademais, outros átomos como bromo ou bromo e cloro juntos podem se ligar aos anéis.
- ✓ Também são organoclorados.
- ✓ Engloba 135 substâncias conhecidas.
- ✓ Produzido na destilação de alguns tipos de madeira.
- ✓ São em geral transparentes, inflamáveis e voláteis.
- ✓ Também obtidos como subprodutos em vários processos industriais que utilizam cloro (ex: resíduo do branqueamento de papel), incineração de produtos e resíduos plásticos.
- ✓ Possivelmente carcinogênicos para os humanos, mas carece de mais estudos para dosar e confirmar esse malefício à saúde.
- ✓ Do mesmo modo que dioxina, são encontrados no ar, água e solo.
- ✓ Grande capacidade de acumulação, aumentando o perigo associado à presença dessas substâncias.
- ✓ Fazem parte da lista de **POPs** (Poluentes Orgânicos Persistentes).
- ✓ Contaminação se dá principalmente pela alimentação (96%), mas também se dá, em menor parte, pela respiração.

---

[6] BLOISE, Denise Martins. Dioxinas, Furanos e PCBs na nossa Alimentação. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, 2018, 14.7.

- ✓ **Principais danos e/ou risco à saúde:** a curto prazo pode resultar lesões na pele (ex: cloracne) e alterações no fígado. A longo prazo (crônicas) pode estar associada a danos nos sistemas nervosos, endócrinos, imunológico e reprodutivo. Como já adiantado, possivelmente carcinogênico.

Bifenilas policloradas (PCBs - *PolyChlorinated Biphenyls*)

- ✓ Organoclorados.
- ✓ Se apresentam na forma de líquido oleoso, sólido incolor ou levemente amarelado, sem cheiro e sem gosto.
- ✓ Alguns são tão tóxicos quanto às dioxinas.
- ✓ Se incinerados resultam na produção de dioxinas e furanos.
- ✓ Correspondem a misturas de até 209 compostos clorados.
- ✓ Compostos orgânicos aromáticos clorados artificiais, sem os oxigênios entre os anéis aromáticos (estrutura geral demonstrada acima).
- ✓ São encontrados na forma líquida ou sólida, sem odor e sem gosto.
- ✓ Aplicação: fluidos dielétricos em capacitores e transformadores elétricos, turbinas de transmissão de gás, fluidos hidráulicos, resinas plastificantes, adesivos, sistemas de transferência de calor, aditivo antichama, óleos de corte e lubrificantes.[7]
- ✓ Banido em vários países, inclusive o Brasil. Protocolo de Estocolmo restringe severamente sua utilização.
- ✓ Sua presença do meio-ambiente se deve a uso no passado e pela liberação não-intencional como subprodutos de processos industriais e também liberação por incineradores como acontece com as dioxinas e furanos.
- ✓ **Principais danos e/ou risco à saúde:** classificada como carcinogênica para humanos. Em exposição crônica, pode ocasionar alterações hepáticas, hematológica, imunológicas, oculares, dérmicas, na tireóide, neurocomportamentais, toxicidade reprodutiva.
- ✓ Fazem parte da lista de **POPs** (Poluentes Orgânicos Persistentes), bioacumulativos e biomagnificados.

A convenção de Estocolmo

Os Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), devido às suas características de enorme permanência e resistência no ambiente, de se transportarem através de longas distâncias através do ar, água e solo e de se acumularem nos tecidos gordurosos dos seres vivos, são altamente tóxicos tanto para o homem quanto para o meio ambiente, o que constitui uma situação alarmante.

Os POPs têm sido empregados como agrotóxicos com finalidades industriais e disseminados de forma não proposital através das atividades humanas. Essa preocupação fez com que o Conselho do PNUMA, em maio de 1995, demandasse um debate internacional para que os POPs fossem discutidos e avaliados, através uma lista inicialmente de 12 poluentes orgânicos persistentes. O processo gerou muitos frutos culminando na Convenção de Estocolmo.

A Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes é um tratado internacional assinado em 2001, na cidade de Estocolmo, na Suécia, patrocinado pelo Programa das Nações Unidas

---

[7] *https://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2017/01/rubia_dioxin_toxicology.pdf* (2021)

para o Meio Ambiente (PNUMA). A Convenção entrou em vigor em 17 de maio de 2004 após 50 países a ratificarem. O Brasil ratificou a Convenção em 1º de junho de 2004. A Convenção POPs foi assinada por 152 países.[8]

Metais pesados

Os metais pesados são quimicamente altamente reativos e bioacumuláveis (os organismos não são capazes de eliminá-los). Elementos situados entre o cobre e o chumbo na tabela periódica, com pesos atômicos entre 63,5 e 200,6 e densidade superior a 4,0 g/cm^3, ou seja, pesados e densos.

Normalmente incluídos neste grupo: arsênio, cádmio, cobre, estanho, antimônio, chumbo, bismuto, prata, mercúrio, molibdênio, índio, ósmio, paládio, ródio, rutênio, cromo, níquel e vanádio.

Destaque por elevada toxicidade: arsênio, chumbo, mercúrio e alumínio.

Sua presença natural em solo pode contaminar lençóis freáticos e a cadeia alimentar. Ademais, a sua utilização em processos industriais e, por conseguinte, lançamento no ambiente como resíduos também podem desencadear em contaminações, inclusive com sérios problemas à saúde humana. Portanto, a contaminação da água por metais pesados pode ter duas fontes:

1. **Processos naturais**: processos químicos e físicos naturais (intemperismo, sedimentação e lixiviação) que levam metais pesados naturalmente presentes nos solos e plantas para os corpos hídricos.
2. **Processos antrópicos**: resíduos e efluentes domésticos e industriais, bem como lixões e aplicação de fertilizantes e agrotóxicos.

[8] BLOISE, Denise Martins. Dioxinas, Furanos e PCBs na nossa Alimentação. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, 2018, 14.7.

Vale lembrar que o tratamento biológico não remove metais pesados do efluente. Para tanto, é necessário, antes da realização do tratamento biológico, realizar o tratamento químico para remover a carga inorgânica, da qual faz parte os metais pesados. Estratégias utilizadas nesse tipo de tratamento: precipitação, troca iônica, adsorção e extração por solventes.

O quadro é deveras importante por demonstrar, de forma resumida, tanto a origem não natural desses elementos tóxicos, bem como suas principais toxicidades.

Quadro 1: Lista de metais pesados mais nocivos aos seres vivos e suas consequências no corpo humano

Metais	Origem	Efeitos no ser humano
Alumínio	Produção de artefatos de alumínio; serralheria, soldagem de medicamentos (antiácidos) e tratamento convencional de água.	Anemia por deficiência de ferro, intoxicação crônica.
Arsênico	Metalúrgica, manufatura de vidros e fundição.	Câncer (seios paranasais)
Cádmio	Soldas, tabaco, baterias e pilhas.	Câncer de pulmões e próstata; lesões nos rins.
Chumbo	Fabricação e reciclagem de baterias de autos, indústrias de tintas, pintura em cerâmica, soldagem.	Saturrismo (cólicas abnominais, tremores, fraqueza muscular, lesão renal e cerebral.
Cobalto	Preparo de ferramentas de cortes e furadoras.	Fibrose pulmonar
Cromo	Indústria de corantes, esmaltes, tintas, ligas com aço e níquel, cromagem de metais.	Asma e câncer
Fósforo amarelo	Veneno para baratas, inseticidas e fogos de artifícios.	Náuseas. Gastrite, fezes e vômitos fosforescentes, dor muscular.
Mercúrio	Moldes industriais, industrias de cloro soda, garimpo de ouro, lâmpadas fluorescentes.	Intoxicação do sistema nervoso central
Níquel	Baterias, aramados, fundição, niquelagem de metais, refinarias.	Câncer de pulmões e seios paranasais
Fumos Metálicos	Vapores de soldagem industrial, ou da galvarização de metais	Febre, tosse, cansaço e dores musculares.

Fonte: SINDIPETRO, 2018. [9]

Marques e Américo-Pinheiro (2018), realizaram extensa revisão acerca dos efeitos toxicológicos de metais aos organismos aquáticos, transcrevo aqui 4 parágrafos acerca do impacto em ambientes aquáticos do mercúrio, alumínio, cádmio e chumbo:[10]

> *A acumulação de **mercúrio** nos solos é um problema ambiental de larga escala esperado para as próximas décadas nos ecossistemas terres-experimentais. O mercúrio lentamente acumulado nos solos pode exercer um importante processo de seleção natural em relação às espécies ou grupos taxonômicos que são mais tolerantes a este metal traço. Também pode resultar na perda de espécies inabitáveis e na perda de funcionalidade do solo e no fornecimento de serviços ecossistêmicos afetados por essas espécies (BUCH et al., 2017).*

[9] MARQUES, Márjori Brenda Leite; AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê. Efeitos ecotoxicológicos de metais aos organismos aquáticos. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 2018, 14.4.

[10] MARQUES, Márjori Brenda Leite; AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê. Efeitos ecotoxicológicos de metais aos organismos aquáticos. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 2018, 14.4.

*O **alumínio** é um dos metais mais abundantes na crosta terrestre e, paradoxalmente, não tem função biológica conhecida. O alumínio é bioquimicamente reativo, é simplesmente que não é necessário para nenhum processo essencial na biota existente. Não há evidência nem de bioquímica de alumínio específica para o elemento nem conservada evolutivamente. Isto significa que não existem ligações específicas para o seu transporte, não existem transportadores ou canais para facilitar seletivamente a sua passagem pelas membranas, não existem proteínas de armazenamento intracelular para ajudar a sua homeostase celular e não existem vias que evoluíram para permitir o metabolismo e excreção de alumínio. É claro que o alumínio é encontrado em todos os compartimentos de todas as células de todos os organismos, do vírus ao homem (EXLEY; MOLD, 2015).*

*O **cádmio** é um elemento natural encontrado na crosta terrestre; geralmente está associada a outros metais, mas devido aos impactos causados pela atividade humana, sua concentração aumentou no meio aquático. Este metal pode danificar a reprodução de animais aquáticos, diminuindo a taxa de fertilização de organismos como peixes (ACOSTA, 2016). O chumbo é um metal tóxico, pesado, macio, maleável e pobre condutor de eletricidade. É um metal conhecido e usado desde a antiguidade. Suspeita-se que o chumbo está sendo usado pelos humanos por, pelo menos, 7000 anos, porque era (e continua sendo) muito difundido na natureza e de fácil extração. Também é fácil de ser trabalhado por ser altamente maleável, ductil e de baixo ponto de fusão. É usado na construção civil, baterias de ácido, em munição, proteção contra raios-X. Forma ligas metálicas para a produção de soldas, fusíveis, revestimentos de cabos elétricos, materiais antifricção, metais de tipografia, etc.*

*O **chumbo** tem o número atômico mais elevado entre todos os elementos estáveis (ICZ, 2018). Devido à sua aplicação na gasolina com objetivo de melhorar o desempenho dos motores, dando-lhes maiores potência e economia de combustível, o chumbo passou a ser fonte de contaminação do meio ambiente, pois quando lançado na atmosfera na forma particulada, essas partículas são transportadas por longas distâncias e se acumulam por deposição seca ou úmida em outros locais (ECYCLE, 2018).*

Principais Pontos do Tópico

Química na agricultura

Compostos orgânicos: substâncias orgânicas em geral (substâncias compostas principalmente de carbono), a exemplo de proteínas, carboidratos, resinas, aldeídos, compostos aromáticos e substâncias húmicas (compostos orgânicos de elevado peso molecular). Chamada fração orgânica do solo ou matéria orgânica do solo.

Compostos inorgânicos: íons (cátions, ânions), ácidos, bases, sais e óxidos. Compõe a chamada fração mineral do solo.

Solos

Intemperismo das rochas: é o principal meio de fornecimento de compostos inorgânicos para o solo.

Na rocha, os compostos inorgânicos estão em formas mais complexas, os quais vão se modificando por processos físicos, biológicos e químicos até se "desfazerem" em formas mais simples no solo, que são os nutrientes.

A maioria dos nutrientes são retirados (extraídos pelas raízes das plantas) tanto da parte orgânica como da inorgânica do solo.

Um solo é fértil se ele apresentar todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas.

Fotossíntese

FOTO vem de luz (= radiação eletromagnética), ou seja, síntese a partir da absorção de luz

É o processo pelo qual plantas, algas e algumas bactérias sintetizam carboidratos a partir de dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), utilizando como energia de ativação da reação a luz [em geral, luz solar].

Nesse processo temos a transformação da energia luminosa em energia química.

$$n CO_2 + n H_2O + \text{luz solar} \rightarrow \{CH_2O\}n + n O_2$$

$$6CO_2(g) + 6H_2O(l) + \text{luz solar} \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g)$$

A clorofila, que confere cor verde dos vegetais, e outros pigmentos fotossintéticos são os responsáveis pela absorção da luz solar, cuja energia será utilizada para promover a fotossíntese.

Acidez do solo

Em geral é estimada pela medição do pH do solo.

pH mais ácido aumenta a solubilidade dos minerais em água, o que torna solos ácidos mais susceptíveis à lixiviação.

O alumínio e o manganês são pouco solúveis e, por isso, resistem à lixiviação. Nesse sentido, em solos ácidos, é comum encontrarmos concentrações elevadas desses dois elementos.

Alumínio é tóxico para as plantas.

pH ideal para plantio:

entre 6,0 e 7,0

Quase todos os solos brasileiros são ácidos e, por isso, é necessário a correção do seu pH por meio da aplicação de calcário → **calagem do solo**

Vantagens da calagem:

- Torna o alumínio menos solúvel e, consequentemente, menos disponível para as plantas, diminuindo sua toxicidade;
- É fonte de cálcio e magnésio, elementos essenciais para desenvolvimento das plantas;
- Ajusta o pH do solo para valores próximos à neutralidade, em que a produtividade agrícola é mais elevada; e
- Diminui a lixiviação dos minerais do solo.

Lixiviação do solo: decorrente do seu mau uso (ex: desmatamento, queimadas, pastagem), os minerais, que ficam mais expostos à ação da chuva, são dissolvidos pela água e carregados para as camadas mais profundas do solo, tornando-o infértil para o plantio.

Compostagem

Processo biológico aeróbio (precisa de oxigênio) que transforma a matéria orgânica do lixo em composto orgânico (húmus) → realizado pelos microrganismos presentes no próprio lixo.

Degradação ativa: oxidação da matéria orgânica ocorre de forma mais intensa. Os compostos orgânicos complexos são degradados em espécies mais simples e a maioria dos organismos patogênicos são eliminados. É uma etapa termofílica e a temperatura pode chegar a 70°C.

Maturação: ocorre a humificação e estabilização do composto obtido. As substâncias presentes dão origem ao composto mineralizado, que é adequado ao uso na agricultura.

Agrotóxicos

- Usados no controle de pragas e doenças em plantas;
- Podem ser de origem vegetal (nicotina) ou podem ser obtidos por síntese

Organoclorados

- Insolúveis em água; solúveis em líquidos apolares, e consequentemente em óleos e gorduras, o que ocasiona o acúmulo no tecido adiposo de organismos vivos;
- Apresentam alta estabilidade, levando muitos anos para se degradar na natureza.
- São exemplos de organoclorados o DDT, BHC ou lindano, aldrin, dieltrin etc

Organofosforados

- Ésteres do ácido fosfórico. Apresentam toxicidade mais aguda que os organoclorados, porém são menos persistentes no meio ambiente sofrendo degradação mais rápida.
- Para se ter a mesma eficácia dos organoclorados é necessário um número maior de aplicações.
- São exemplos de organofosforados. São exemplos de organofosforados o glifosato, o malation, paration etc.

Controle biológico de pragas e doenças e uso de feromônios naturais.

QUESTÕES COMENTADAS - MULTIBANCAS

Química na agricultura

1. (QUADRIX - Agente Fiscal - CRQ 10 - 2021) Com relação aos processos químicos industriais dos fertilizantes, julgue o item a seguir.

Fertilizantes são substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, fornecedoras de nutrientes das plantas.

Comentários:

Os fertilizantes, divididos como minerais ou orgânicos, são compostos que desempenham função primordial no desenvolvimento das plantas fornecendo ao solo os nutrientes que elas necessitam para germinar, produzir folhas, sementes e frutos. Por definição fertilizante é um produto mineral ou orgânico, natural ou sintético fornecedor de um ou mais nutrientes para as plantas. Esses compostos químicos são utilizados na agricultura convencional para aumentar a quantidade de nutrientes do solo e, consequentemente, conseguir um ganho de produtividade. Existem dois grandes grupos de fertilizantes: os inorgânicos (minerais) e os orgânicos; ambos podem ser naturais ou sintéticos.

Resposta: certo

2. (QUADRIX - Agente Fiscal - CRQ 10 - 2021) Com relação aos processos químicos industriais dos fertilizantes, julgue o item a seguir.

Entre os nutrientes mais importantes para a agricultura, estão o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K). Apesar de serem elementos químicos, são aplicados como compostos que contêm o elemento em uma forma que pode ser absorvida pela planta.

Comentários:

São classificados em: fertilizantes nitrogenados, fosfatados, potássicos, mistos (que possuem mais de um tipo de nutriente) e calcários (que são utilizados para correção de pH do solo normalmente). Sendo substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, fornecedoras de um ou mais nutrientes vegetais responsáveis pelo bom crescimento e desenvolvimento das plantas. Eles são divididos em macro e micronutrientes.

Os fertilizantes NPK, são compostos pelos três nutrientes mais importantes, sendo denominados como os macronutrientes primários: Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K). Geralmente, os solos não possuem esses nutrientes em quantidades ideais para o desenvolvimento da planta, seja naturalmente ou como resultado do cultivo exaustivo no solo ou de outros fatores ambientais.

Entretanto, para que a adubação seja efetiva é importante o cuidado para que seja feita de forma correta, pois o uso desordenado de adubos químicos causa alguns efeitos negativos na qualidade do solo e também na saúde da planta e dos seus frutos e grãos, principalmente à longo prazo. O nitrogênio (N) pode ser encontrado em diversos compostos como ureia, sulfato de amônio, salitre do Chile, esterco

bovino e de aves, húmus de minhoca e farinha de peixe (orgânicos). O fósforo (P) pode ser encontrado em superfosfatos, termofosfatos, farinha de ossos e farinha de peixe (orgânicos). Já o potássio (K) é geralmente encontrado em cloreto de potássio, sulfato de potássio, cinza de madeira e esterco bovino (orgânicos).

Resposta: certo

3. (CPCON UEPB - Técnico em Laboratório/Química - UEPB - 2021) Com relação à presença de agrotóxicos na água, assinale a alternativa CORRETA:

a) Os agrotóxicos na água podem ser determinados por meio do espectrofotômetro de absorção atômica.

b) Tecnologia convencional de tratamento de água para consumo humano não é efetiva para remoção de agrotóxicos, em especial os organoclorados, sendo utilizado o carvão ativado para remoção dos agrotóxicos por meio da operação unitária adsorção.

c) Os agrotóxicos do tipo organonitrogenados e carbamatos têm seu uso proibido no Brasil, devido a sua elevada toxicidade em água.

d) Os agrotóxicos que já são proibidos no Brasil, como BHC e DDT, não apresentam padrão na portaria de potabilidade d'água para consumo humano.

e) Os agrotóxicos, por serem substâncias orgânicas, têm alta biodegradabilidade, por esta razão têm baixa persistência no meio ambiente.

Comentários:

Letra A: incorreta. Os agrotóxicos na água podem ser determinados por meio do espectrofotômetro de absorção ~~atômica~~ **molecular**.

Letra B: correta. Tecnologia convencional de tratamento de água para consumo humano não é efetiva para remoção de agrotóxicos, em especial os organoclorados, sendo utilizado o carvão ativado para remoção dos agrotóxicos por meio da operação unitária adsorção.

Letra C: incorreta. Os agrotóxicos do tipo ~~organonitrogenados e~~ carbamatos tem seu uso proibido no Brasil, devido a sua elevada toxicidade em água.

Letra D: incorreta. Os agrotóxicos que já são proibidos no Brasil, como BHC e DDT, ~~não~~ apresentam padrão na portaria de potabilidade d'água para consumo humano.

Letra E: incorreta. Os agrotóxicos, ~~por serem~~ **mesmo sendo** substâncias orgânicas, têm ~~alta~~ biodegradabilidade, por esta razão têm ~~baixa~~ persistência no meio ambiente.

Resposta: letra B

4. (MEC - 2017) A toxicidade de algumas substâncias é normalmente representada por um índice conhecido como DL50 (dose letal mediana). Ele representa a dosagem aplicada a uma população de seres vivos que mata 50% desses indivíduos e é normalmente medido utilizando-se ratos como cobaias. Esse índice é muito importante para os seres humanos, pois ao se extrapolar os dados obtidos com o uso de cobaias, pode-se determinar o nível tolerável de contaminação de alimentos, para que possam ser consumidos de forma segura pelas pessoas. O

quadro apresenta três pesticidas e suas toxicidades. A unidade mg/kg indica a massa da substância ingerida pela massa da cobaia.

Pesticidas	DL_{50} (mg/kg)
Diazinon	70
Malation	1 000
Atrazina	3 100

Sessenta ratos, com massa de 200 g cada, foram divididos em três grupos de vinte. Três amostras de ração, contaminadas, cada uma delas com um dos pesticidas indicados no quadro, na concentração de 3 mg por grama de ração, foram administradas para cada grupo de cobaias. Cada rato consumiu 100g de ração.

Qual(ais) grupo(s) terá(ão) uma mortalidade mínima de 10 ratos?

A) O grupo que se contaminou somente com atrazina.

B) O grupo que se contaminou somente com diazinon.

C) Os grupos que se contaminaram com atrazina e malation.

D) Os grupos que se contaminaram com diazinon e malation.

E) Nenhum dos grupos contaminados com atrazina, diazinon e malation.

Comentários:

O enunciado apresenta o conceito de DL50 e a sua aplicação, além disso será necessário aplicar os seus conhecimentos de estequiometria. Vamos lá!

São apresentados três pesticidas e as suas doses letais para 50% dos ratos. Primeiro precisaremos determinar quanto de pesticida cada rato consumiu. O enunciado diz que foram administradas 100 g de ração e que a concentração de pesticida nessa ração é de 3 mg por grama de ração. Logo, a quantidade de pesticida ingerida por cada rato será:

3 mg de pesticida ---------- 1 g de ração

X mg de pesticida ---------- 100 g de ração

X = 300 mg de pesticida ingeridos por cada rato.

Ainda de acordo com o enunciado, cada rato tem massa de 200 g. O DL50 apresenta a dose letal do pesticida para 1 kg de rato, logo teremos que:

300 mg de pesticida ---------- 200 g de rato (é letal para essa massa de rato)

Y mg de pesticida ---------- 1000 g de rato (= 1 kg de rato)

Y = 1500 mg de pesticida ingeridos/kg de rato

Vamos analisar cada pesticida:

Diazinon: O DL50 é 70 mg/Kg. Como foram ingeridos 1500 mg de pesticida (>70 mg), 50% dos ratos morrerão.

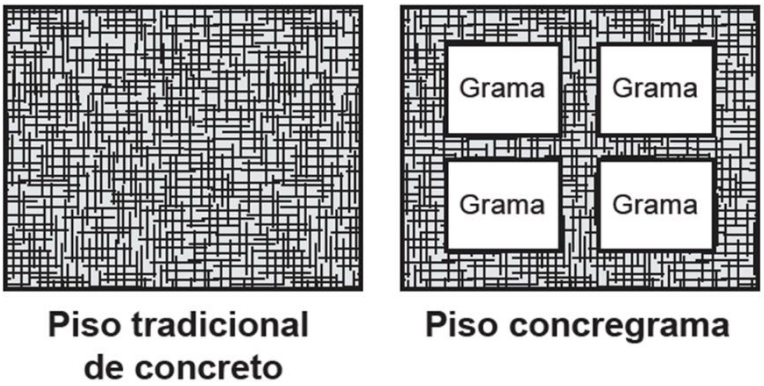
Malation: O DL50 é 1000 mg/kg. Como foram ingeridos 1500 mg de pesticidas (>1000 mg), 50% dos ratos morrerão.

Atrazina: O DL50 é 3100 mg/kg. Como foram ingeridos 1500 mg de pesticida (< 3100), não haverá a morte de 50% dos ratos.

Como os ratos foram divididos em 3 grupos e cada grupo era composto por 20 ratos, podemos concluir que metade dos ratos (10 ratos) do grupo contaminado por diazinon e malation morreram.

Resposta: letra D

5. (MEC 2017) Para se adequar às normas ambientais atuais, as construtoras precisam prever em suas obras a questão do uso de materiais de modo a minimizar os impactos causados no local. Entre esses materiais está o chamado concregrama ou pisograma, que é um tipo de revestimento composto por peças de concreto com áreas vazadas, preenchidas com solo gramado. As figuras apresentam essas duas formas de piso feitos de concreto.



PONTES, K. L. F. **Estudo de caso de um protótipo experimental** [...]. Disponível em: http://monografias.poli.ufrj.br. Acesso em: 9 maio 2017 (adaptado).

A utilização desse tipo de piso em uma obra tem o objetivo de evitar, no solo, a

A) impermeabilização.

B) diminuição da temperatura.

C) acumulação de matéria orgânica.

D) alteração do pH.

E) salinização.

Comentários:

Quando começam as chuvas, assistimos em muitos noticiários bairros que ficam inundados. Essas notícias têm-se tornado mais frequentes nos últimos anos. Com a pavimentação das ruas, calçadas e quintais, diminui-se a área permeável e, quando a chuva precipita ("cai"), ela não encontra onde infiltrar e como consequência ocorrem as inundações. Esse tipo de calçamento proposto no enunciado aumenta a área permeável, pois parte do que seria concreto recebe grama. Logo, o a aplicação do piso concregrama tem como objetivo evitar a impermeabilização do solo.

Resposta: letra A

6. (MEC 2010) O fósforo, geralmente representado pelo íon de fosfato (PO_4^{-3}), é um ingrediente insubstituível da vida, já que é parte constituinte das membranas celulares e das moléculas do DNA e do trifosfato de adenosina (ATP), principal forma de armazenamento de energia das células. O fósforo utilizado nos fertilizantes agrícolas é extraído de minas, cujas reservas estão cada vez mais escassas. Certas práticas agrícolas aceleram a erosão do solo, provocando o transporte de fósforo para sistemas aquáticos, que fica imobilizado nas rochas. Ainda, a colheita das lavouras e o transporte dos restos alimentares para os lixões diminuem a disponibilidade dos íons no solo. Tais fatores têm ameaçado a sustentabilidade desse íon.

Uma medida que amenizaria esse problema seria:

A) Incentivar a reciclagem de resíduos biológicos, utilizando dejetos animais e restos de culturas para produção de adubo.

B) Repor o estoque retirado das minas com um íon sintético de fósforo para garantir o abastecimento da indústria de fertilizantes.

C) Aumentar a importação de íons fosfato dos países ricos para suprir as exigências das indústrias nacionais de fertilizantes.

D) Substituir o fósforo dos fertilizantes por outro elemento com a mesma função para suprir as necessidades do uso de seus íons.

E) Proibir, por meio de lei federal, o uso de fertilizantes com fósforo pelos agricultores, para diminuir sua extração das reservas naturais.

Comentários:

Letra A: correta. A reciclagem de resíduos biológicos, por exemplo o processo de compostagem, promove o retorno desse elemento ao solo na forma de adubos, além da contribuição para as características do solo, já que o fósforo é um macronutriente essencial.

Letra B: incorreta. Você se lembra de Lavoisier? Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma! Não é possível se criar um átomo de fósforo em laboratório.

Letra C: incorreta. A escassez de jazidas de fósforo não se limita ao nosso país, é um problema mundial, logo essa não é a solução para amenizar o problema.

Letra D: incorreta. O fósforo, junto ao nitrogênio e ao potássio, são macronutrientes essenciais às plantas, não se dispõe de outro elemento que supra a necessidade dos seus íons.

Letra E: incorreta. Assim como comentado na letra D, o uso do fósforo é essencial a agricultura.

Resposta: letra A

7. (MEC 2009 - PPL) Um estudo experimental mostrou que a cana-de- açúcar mantida em ambiente com o dobro da concentração de CO_2 realiza 30% a mais de fotossíntese e produz 30% a mais de açúcar que a cana-de-açúcar que cresce sob a concentração normal de CO_2. Nas câmaras que mantinham esse ar rico em gás carbônico, cresceram plantas também mais altas e mais encorpadas.

Revista da Fapesp, N. 148, junho de 2008, p. 40-45.

Depreende-se do texto que o CO_2 é

A) incorporado para produção de biomassa.

B) emitido completamente durante a respiração.

C) concentrado no ambiente para reduzir a fotossíntese.

D) removido do ambiente apenas pelas plantas mais altas.

E) absorvido em maior quantidade sob concentração normal.

Comentários:

Essa é uma questão que conseguimos marcar o gabarito apenas com uma leitura atenciosa. Perceba que no estudo experimental há cana-de-açúcar mantida em ambiente normal e cana-de-açúcar mantida em um ambiente com o dobro da concentração de CO_2. Ainda de acordo com o enunciado, nesse meio com mais CO_2, a cana-de-açúcar realiza 30% a mais de fotossíntese [com isso, já podemos eliminar a letra C], a produção é maior e cresceram plantas mais altas e encorpadas. Podemos concluir que esse meio com aumento de 30% de CO_2 melhora a produção cana-de-açúcar, ou seja, esse CO_2 é incorporado nessa produção. O nosso gabarito será, portanto, a letra A.

Resposta: letra A

8. (MEC 2011 - PPL) As chamadas estruturas metal-orgânicas são cristais metálicos porosos e estáveis, capazes de absorver e comprimir gases em espaços ínfimos. Um grama deste material, se espalhado, ocuparia uma área de pelo menos 5 000 m^2. Os cientistas esperam que o uso de

tais materiais contribua para a produção de energias mais limpas e de métodos para a captura de gases do efeito estufa.

Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br. Acesso em: 20 jul. 2010 (adaptado).

A maior eficiência destes materiais em absorver gás carbônico é consequência

A) da alta estabilidade dos cristais metálicos.

B) da alta densidade apresentada pelos materiais.

C) da capacidade de comprimir os gases ocupando grandes áreas.

D) da grande superfície de contato entre os cristais porosos e o gás carbônico.

E) do uso de grande quantidade de materiais para absorver grande quantidade de gás.

Comentários:

Éafirmado no enunciado que os cristais são porosos e capazes de absorver gases em espaços muito pequenos. É afirmado ainda que 1 g desse material ocuparia uma área muito grande, o que nos faz entender que nos cristais existe uma grande superfície de contato disponível para o gás carbônico. Nos processos de absorção, há um favorecimento da absorção conforme maior for a superfície de contato entre o material absorvente e a substância a ser absorvida.

Resposta: letra D

9. (MEC - 2018) O alemão Fritz Haber recebeu o Prêmio Nobel de química de 1918 pelo desenvolvimento de um processo viável para síntese da amônia (NH_3). Em seu discurso de premiação, Haber justificou a importância do feito dizendo que:

"Desde a metade do século passado, tornou-se conhecido que um suprimento de nitrogênio é uma necessidade básica para o aumento das safras de alimentos; entretanto, também se sabia que as plantas não podem absorver o nitrogênio em sua forma simples, que é o principal constituinte da atmosfera. Elas precisam que o nitrogênio seja combinado [...] para poderem assimilá-lo.

Economias agrícolas basicamente mantêm o balanço do nitrogênio ligado. No entanto, com o advento da era industrial, os produtos do solo são levados de onde cresce a colheita para lugares distantes, onde são consumidos, fazendo com que o nitrogênio ligado não retorne à terra da qual foi retirado.

Isso tem gerado a necessidade econômica mundial de abastecer o solo com nitrogênio ligado. [...] A demanda por nitrogênio, tal como a do carvão, indica quão diferente nosso modo de vida se tornou com relação ao das pessoas que, com seus próprios corpos, fertilizam o solo que cultivam.

Desde a metade do último século, nós vínhamos aproveitando o suprimento de nitrogênio do salitre que a natureza tinha depositado nos desertos montanhosos do Chile. Comparando o

rápido crescimento da demanda com a extensão calculada desses depósitos, ficou claro que em meados do século atual uma emergência seríssima seria inevitável, a menos que a química encontrasse uma saída."

HABER, F.The Synthesis of Ammonia from its Elements. Disponivel em:www.nobelprize.org. Acesso em: 13 jul. 2013 (adaptado).

De acordo com os argumentos de Haber, qual fenômeno teria provocado o desequilíbrio no "balanço do nitrogênio ligado"?

A) O esgotamento das reservas de salitre no Chile.

B) O aumento da exploração de carvão vegetal e carvão mineral.

C) A redução da fertilidade do solo nas economias agrícolas.

D) A intensificação no fluxo de pessoas do campo para as cidades.

E) A necessidade das plantas de absorverem sais de nitrogênio disponíveis no solo.

Comentários:

A interpretação do enunciado das questões do MEC é uma etapa primordial, pois várias informações importantes são nele fornecidas. Por exemplo, discutimos na parte teórica que o nitrogênio é o nutriente que mais influencia no desenvolvimento da planta. A mesma informação foi fornecida no enunciado em *"suprimento de nitrogênio é uma necessidade básica para o aumento das safras de alimentos"*. No texto, é lembrado ainda que as plantas não conseguem absorver o nitrogênio atmosférico (N_2) e que, por isso, é necessário o fornecimento de nitrogênio ligado [a outros elementos], a exemplo de nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+).

A questão aborda ainda que economias agrícolas, em geral, mantêm o balanço do nitrogênio ligado. Nesse ponto, o candidato deveria lembrar do ciclo do nitrogênio ou ciclo do azoto, no qual o estoque (quantidade) de nitrogênio no solo é diminuído e reabastecido continuamente. O nitrogênio fixado no solo por bactérias é utilizado para o crescimento das plantas, as quais serão consumidas por animais. Isto quer dizer que, em um sistema em equilíbrio, o nitrogênio segue na cadeia alimentar, mas, em algum momento, retorna ao solo de origem por meio da defecação ou da morte de animais e humanos.

O autor aponta que "com o advento da era industrial, os produtos do solo **[plantas, grãos, etc]** são **levados** de onde cresce a colheita **[do campo]** para lugares distantes **[para as cidades]**, onde são consumidos, fazendo com que o nitrogênio ligado não retorne à terra da qual foi retirado **[desequilíbrio do ciclo do nitrogênio]**". Fiz pequenas inserções, subtendidas na abordagem do autor, e destaques no texto para que fique claro que a responsável pelo desequilíbrio é a intensificação no fluxo de pessoas do campo para as cidades (letra D).

Resposta: letra D

10. (MEC 2015) Pesticidas são substâncias utilizadas para promover o controle de pragas. No entanto, após sua aplicação em ambientes abertos, alguns pesticidas organoclorados são

arrastados pela água até lagos e rios e, ao passar pelas guelras dos peixes, podem difundir-se para seus tecidos lipídicos e lá se acumularem.

A característica desses compostos, responsável pelo processo descrito no texto, é o(a)

A) baixa polaridade.

B) baixa massa molecular.

C) ocorrência de halogênios.

D) tamanho pequeno das moléculas.

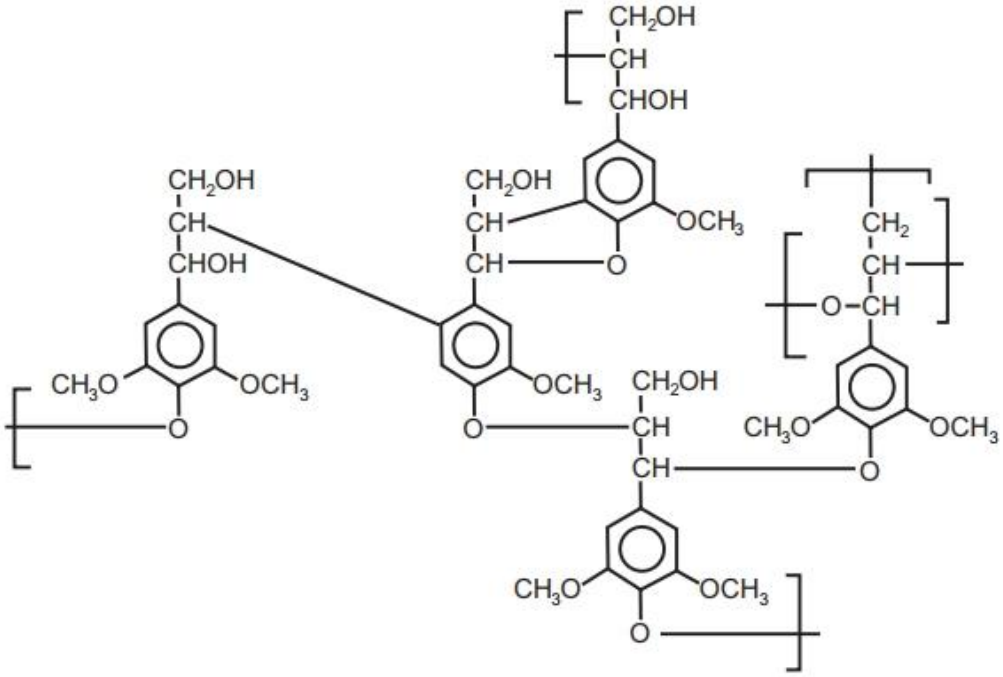
E) presença de hidroxilas nas cadeias.

Comentários:

É afirmado no enunciado que os organoclorados se acumulam no tecido lipídico, isso significa que existe alguma característica química que é comum entre eles e que os fazem permanecer juntos. Essa característica é a polaridade. Os lipídeos são compostos de baixa polaridade e os organoclorados também. Lembre-se: semelhante dissolve semelhante.

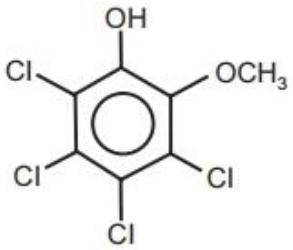
Resposta: letra A

11. (MEC 2015 - PPL) O papel tem na celulose sua matéria-prima, e uma das etapas de sua produção é o branqueamento, que visa remover a lignina da celulose. Diferentes processos de branqueamento usam, por exemplo, cloro ($C\ell_2$), hipoclorito de sódio ($NaC\ell O$), oxigênio (O_2), ozônio (O_3) ou peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Alguns processos de branqueamento levam à formação de compostos organoclorados. São apresentadas as estruturas de um fragmento da lignina e do tetracloroguaiacol, um dos organoclorados formados no processo de branqueamento.



Fragmento da Lignina

▪



Tetracloroguaiacol

SANTOS, C. P. et al. Papel: como se fabrica? Química Nova na Escola, n. 14, 2001 (adaptado).

Os reagentes capazes de levar à formação de organoclorados no processo citado são

A) O_2 e O_3.

B) $C\ell_2$ e O_2.

C) H_2O_2 e $C\ell_2$.

D) $NaC\ell O$ e O_3.

E) $NaC\ell O$ e $C\ell_2$.

Comentários:

Os haletos orgânicos são formados a partir da substituição do hidrogênio da cadeia carbônico por um halogênio e, no caso dos organoclorados, esse halogênio é o cloro. Assim, para que haja formação de

organoclorados, é necessário que os reagentes apresentem átomos de cloro em sua constituição. Das alternativas, a Letra E é a única que apresenta os dois compostos formados por átomos de cloro.

Resposta: letra E

12. (MEC - 2011) O etanol é considerado um biocombustível promissor, pois, sob o ponto de vista do balanço de carbono, possui uma taxa de emissão praticamente igual a zero. Entretanto, esse não é o único ciclo biogeoquímico associado à produção de etanol. O plantio da cana-de-açúcar, matéria-prima para a produção de etanol, envolve a adição de macronutrientes como enxofre, nitrogênio, fósforo e potássio, principais elementos envolvidos no crescimento de um vegetal.

Revista Química Nova na Escola. n° 28, 2008.

O nitrogênio incorporado ao solo, como consequência da atividade descrita anteriormente, é transformado em nitrogênio ativo e afetará o meio ambiente, causando

A) o acúmulo de sais insolúveis, desencadeando um processo de salinificação do solo.

B) a eliminação de microorganismos existentes no solo responsáveis pelo processo de desnitrificação.

C) a contaminação de rios e lagos devido à alta solubilidade de íons como NO^{3-} e NH^{4+} em água.

D) a diminuição do pH do solo pela presença de NH_3, que reage com a água, formando o NH_4OH (aq).

E) a diminuição da oxigenação do solo, uma vez que o nitrogênio ativo forma espécies químicas do tipo NO_2, NO^-, N_2O.

Comentários:

No solo, o nitrogênio ativo poderá ser levado pelas chuvas para os rios e lagos e pode infiltrar no solo e alcançar o lençol freático. No meio aquático, os íons nitrato e amônio são solúveis e afetam o meio porque são tóxicos para a comunidade aquática.

Resposta: letra C

13. (UECE - 2019/1) Sobre o composto diclorodifluorometano usado em refrigerantes e como propelente de aerossol, pode-se afirmar corretamente que ele tem

A) quatro pares de elétrons compartilhados.

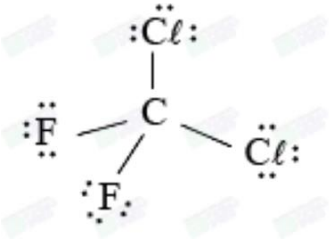
B) um total de 26 elétrons de valência não ligantes.

C) hibridação sp para o átomo de carbono.

D) todas as ligações covalentes com a mesma energia.

Comentários:

A questão é um bom exemplo de como conceitos basilares da química, como hibridização, estrutura de Lewis pode ser cobrados contextualizado com temas ambientais. Pelas alternativas, nota-se que será necessário escrever a estrutura de Lewis do diclorodifluorometano como segue:



Letra A: correta. Como se vê na estrutura acima, o carbono compartilha 1 par de elétron com cada um de seus 4 ligantes, totalizando 4 pares de elétrons.

Letra B: incorreta. De acordo com a estrutura da molécula, há 24 elétrons de valência não ligantes (3 pares em cada átomo ligado ao carbono).

Letra C: incorreta. O carbono, ao realizar somente ligações simples, apresenta hibridação sp^3.

Letra D: incorreta. As ligações covalentes apresentam ls diferentes, pois há ligações entre C e Cℓ e **entre C e F.**

Resposta: letra A

14. (UFPR 2019/1) Evidências científicas mostraram que a poluição produzida por navios de guerra durante a Segunda Guerra Mundial interferiram no crescimento das árvores na Noruega. Embarcações da Alemanha ficaram estacionadas boa parte da guerra na costa da Noruega, com a função de impedir uma possível invasão dos inimigos. Para camuflar as embarcações, era produzida uma névoa química, e foi essa névoa artificial a responsável por limitar o crescimento das árvores nesse período. Uma estratégia muito comum para gerar essa névoa artificial era por meio da queima incompleta de óleo combustível, mas também outros métodos foram empregados, como o lançamento na atmosfera de misturas que produziam cloreto de zinco, óxido de titânio ou pentóxido de fósforo.

Esses métodos capazes de produzir névoa artificial se baseiam em reações que:

A) geram gases irritantes.

B) formam líquidos imiscíveis.

C) produzem compostos voláteis.

D) formam precipitados suspensos na atmosfera.

E) sintetizam compostos que absorvem a radiação eletromagnética no espectro visível.

Comentários:

O ar atmosférico é uma dispersão coloidal denominada aerossol. As dispersões são sistemas nos quais uma substância está disseminada (disperso), sob a forma de pequenas partículas, em uma segunda substância (dispersante). O ar atmosférico é formado por uma mistura de gases e de partículas sólidas de poeira dispersas em meio as substâncias gasosas, mesmo em ambientes não poluídos.

Quando você está no trânsito e o caminhão ou ônibus a frente lança uma fumaça negra, o que acontece é que a queima incompleta do óleo diesel no motor desse veículo produz partículas de carvão que ficam suspensas no ar. Esse é o mesmo princípio usado pelos alemães na guerra. Eles utilizaram a queima do óleo combustível e o lançamento na atmosfera de compostos que formam precipitados suspensos na atmosfera, diminuindo a visibilidade.

Resposta: letra D

LISTA DE QUESTÕES - MULTIBANCAS

Química na agricultura

1. (QUADRIX - Agente Fiscal - CRQ 10 - 2021) Com relação aos processos químicos industriais dos fertilizantes, julgue o item a seguir.

Fertilizantes são substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, fornecedoras de nutrientes das plantas.

2. (QUADRIX - Agente Fiscal - CRQ 10 - 2021) Com relação aos processos químicos industriais dos fertilizantes, julgue o item a seguir.

Entre os nutrientes mais importantes para a agricultura, estão o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K). Apesar de serem elementos químicos, são aplicados como compostos que contêm o elemento em uma forma que pode ser absorvida pela planta.

3. (CPCON UEPB - Técnico em Laboratório/Química - UEPB - 2021) Com relação à presença de agrotóxicos na água, assinale a alternativa CORRETA:

a) Os agrotóxicos na água podem ser determinados por meio do espectrofotômetro de absorção atômica.

b) Tecnologia convencional de tratamento de água para consumo humano não é efetiva para remoção de agrotóxicos, em especial os organoclorados, sendo utilizado o carvão ativado para remoção dos agrotóxicos por meio da operação unitária adsorção.

c) Os agrotóxicos do tipo organonitrogenados e carbamatos têm seu uso proibido no Brasil, devido a sua elevada toxicidade em água.

d) Os agrotóxicos que já são proibidos no Brasil, como BHC e DDT, não apresentam padrão na portaria de potabilidade d'água para consumo humano.

e) Os agrotóxicos, por serem substâncias orgânicas, têm alta biodegradabilidade, por esta razão têm baixa persistência no meio ambiente.

4. (MEC - 2017) A toxicidade de algumas substâncias é normalmente representada por um índice conhecido como DL50 (dose letal mediana). Ele representa a dosagem aplicada a uma população de seres vivos que mata 50% desses indivíduos e é normalmente medido utilizando-se ratos como cobaias. Esse índice é muito importante para os seres humanos, pois ao se extrapolar os dados obtidos com o uso de cobaias, pode-se determinar o nível tolerável de contaminação de alimentos, para que possam ser consumidos de forma segura pelas pessoas. O quadro apresenta três pesticidas e suas toxicidades. A unidade mg/kg indica a massa da substância ingerida pela massa da cobaia.

Pesticidas	DL_{50} (mg/kg)
Diazinon	70
Malation	1 000
Atrazina	3 100

Sessenta ratos, com massa de 200 g cada, foram divididos em três grupos de vinte. Três amostras de ração, contaminadas, cada uma delas com um dos pesticidas indicados no quadro, na concentração de 3 mg por grama de ração, foram administradas para cada grupo de cobaias. Cada rato consumiu 100g de ração.

Qual(ais) grupo(s) terá(ão) uma mortalidade mínima de 10 ratos?

A) O grupo que se contaminou somente com atrazina.

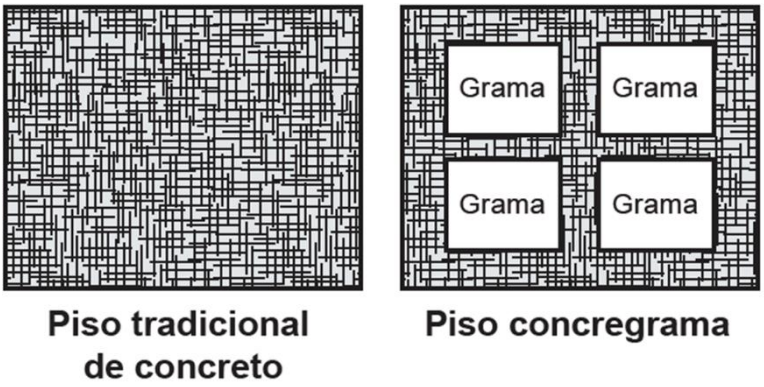
B) O grupo que se contaminou somente com diazinon.

C) Os grupos que se contaminaram com atrazina e malation.

D) Os grupos que se contaminaram com diazinon e malation.

E) Nenhum dos grupos contaminados com atrazina, diazinon e malation.

5. (MEC 2017) Para se adequar às normas ambientais atuais, as construtoras precisam prever em suas obras a questão do uso de materiais de modo a minimizar os impactos causados no local. Entre esses materiais está o chamado concregrama ou pisograma, que é um tipo de revestimento composto por peças de concreto com áreas vazadas, preenchidas com solo gramado. As figuras apresentam essas duas formas de piso feitos de concreto.



PONTES, K. L. F. **Estudo de caso de um protótipo experimental** [...]. Disponível em: http://monografias.poli.ufrj.br. Acesso em: 9 maio 2017 (adaptado).

A utilização desse tipo de piso em uma obra tem o objetivo de evitar, no solo, a

A) impermeabilização.

B) diminuição da temperatura.

C) acumulação de matéria orgânica.

D) alteração do pH.

E) salinização.

6. (MEC 2010) O fósforo, geralmente representado pelo íon de fosfato (PO_4^{-3}), é um ingrediente insubstituível da vida, já que é parte constituinte das membranas celulares e das moléculas do DNA e do trifosfato de adenosina (ATP), principal forma de armazenamento de energia das células. O fósforo utilizado nos fertilizantes agrícolas é extraído de minas, cujas reservas estão cada vez mais escassas. Certas práticas agrícolas aceleram a erosão do solo, provocando o transporte de fósforo para sistemas aquáticos, que fica imobilizado nas rochas. Ainda, a colheita das lavouras e o transporte dos restos alimentares para os lixões diminuem a disponibilidade dos íons no solo. Tais fatores têm ameaçado a sustentabilidade desse íon.

Uma medida que amenizaria esse problema seria:

A) Incentivar a reciclagem de resíduos biológicos, utilizando dejetos animais e restos de culturas para produção de adubo.

B) Repor o estoque retirado das minas com um íon sintético de fósforo para garantir o abastecimento da indústria de fertilizantes.

C) Aumentar a importação de íons fosfato dos países ricos para suprir as exigências das indústrias nacionais de fertilizantes.

D) Substituir o fósforo dos fertilizantes por outro elemento com a mesma função para suprir as necessidades do uso de seus íons.

E) Proibir, por meio de lei federal, o uso de fertilizantes com fósforo pelos agricultores, para diminuir sua extração das reservas naturais.

7. (MEC 2009 - PPL) Um estudo experimental mostrou que a cana-de- açúcar mantida em ambiente com o dobro da concentração de CO_2 realiza 30% a mais de fotossíntese e produz 30% a mais de açúcar que a cana-de-açúcar que cresce sob a concentração normal de CO_2. Nas câmaras que mantinham esse ar rico em gás carbônico, cresceram plantas também mais altas e mais encorpadas.

Revista da Fapesp, N. 148, junho de 2008, p. 40-45.

Depreende-se do texto que o CO_2 é

A) incorporado para produção de biomassa.

B) emitido completamente durante a respiração.

C) concentrado no ambiente para reduzir a fotossíntese.

D) removido do ambiente apenas pelas plantas mais altas.

E) absorvido em maior quantidade sob concentração normal.

8. (MEC 2011 - PPL) As chamadas estruturas metal-orgânicas são cristais metálicos porosos e estáveis, capazes de absorver e comprimir gases em espaços ínfimos. Um grama deste material, se espalhado, ocuparia uma área de pelo menos 5 000 m². Os cientistas esperam que o uso de tais materiais contribua para a produção de energias mais limpas e de métodos para a captura de gases do efeito estufa.

Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br. Acesso em: 20 jul. 2010 (adaptado).

A maior eficiência destes materiais em absorver gás carbônico é consequência

A) da alta estabilidade dos cristais metálicos.

B) da alta densidade apresentada pelos materiais.

C) da capacidade de comprimir os gases ocupando grandes áreas.

D) da grande superfície de contato entre os cristais porosos e o gás carbônico.

E) do uso de grande quantidade de materiais para absorver grande quantidade de gás.

9. (MEC - 2018) O alemão Fritz Haber recebeu o Prêmio Nobel de química de 1918 pelo desenvolvimento de um processo viável para síntese da amônia (NH_3). Em seu discurso de premiação, Haber justificou a importância do feito dizendo que:

"Desde a metade do século passado, tornou-se conhecido que um suprimento de nitrogênio é uma necessidade básica para o aumento das safras de alimentos; entretanto, também se sabia que as plantas não podem absorver o nitrogênio em sua forma simples, que é o principal constituinte da atmosfera. Elas precisam que o nitrogênio seja combinado [...] para poderem assimilá-lo.

Economias agrícolas basicamente mantêm o balanço do nitrogênio ligado. No entanto, com o advento da era industrial, os produtos do solo são levados de onde cresce a colheita para lugares distantes, onde são consumidos, fazendo com que o nitrogênio ligado não retorne à terra da qual foi retirado.

Isso tem gerado a necessidade econômica mundial de abastecer o solo com nitrogênio ligado. [...] A demanda por nitrogênio, tal como a do carvão, indica quão diferente nosso modo de vida se tornou com relação ao das pessoas que, com seus próprios corpos, fertilizam o solo que cultivam.

Desde a metade do último século, nós vínhamos aproveitando o suprimento de nitrogênio do salitre que a natureza tinha depositado nos desertos montanhosos do Chile. Comparando o rápido crescimento da demanda com a extensão calculada desses depósitos, ficou claro que em meados do século atual uma emergência seríssima seria inevitável, a menos que a química encontrasse uma saída."

HABER, F.The Synthesis of Ammonia from its Elements. Disponivel em:www.nobelprize.org. Acesso em: 13 jul. 2013 (adaptado).

De acordo com os argumentos de Haber, qual fenômeno teria provocado o desequilíbrio no "balanço do nitrogênio ligado"?

A) O esgotamento das reservas de salitre no Chile.

B) O aumento da exploração de carvão vegetal e carvão mineral.

C) A redução da fertilidade do solo nas economias agrícolas.

D) A intensificação no fluxo de pessoas do campo para as cidades.

E) A necessidade das plantas de absorverem sais de nitrogênio disponíveis no solo.

10. (MEC 2015) Pesticidas são substâncias utilizadas para promover o controle de pragas. No entanto, após sua aplicação em ambientes abertos, alguns pesticidas organoclorados são arrastados pela água até lagos e rios e, ao passar pelas guelras dos peixes, podem difundir-se para seus tecidos lipídicos e lá se acumularem.

A característica desses compostos, responsável pelo processo descrito no texto, é o(a)

A) baixa polaridade.

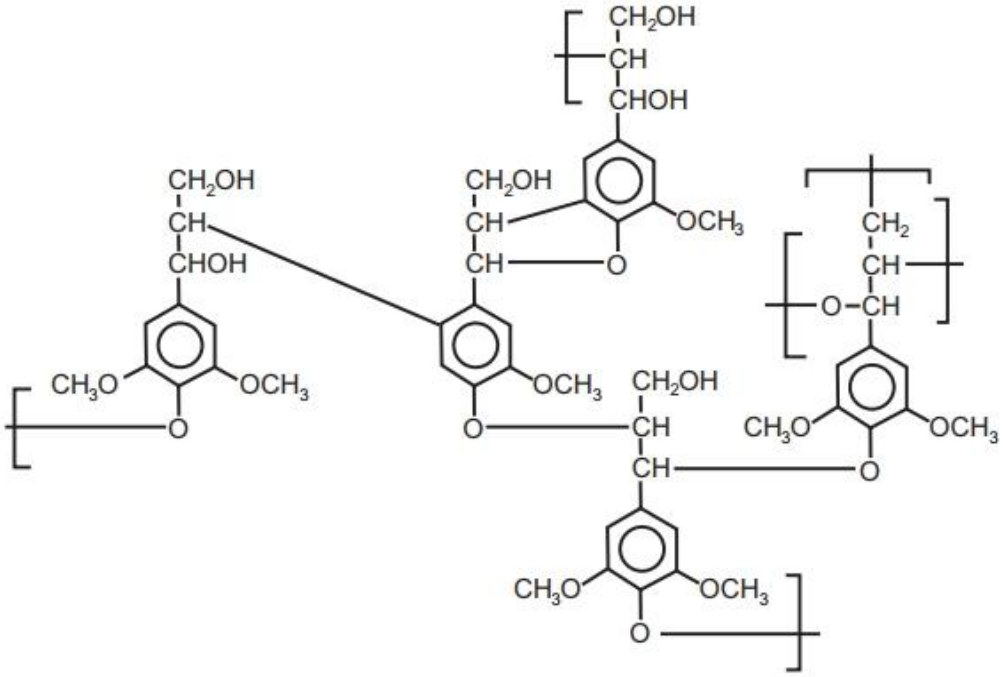
B) baixa massa molecular.

C) ocorrência de halogênios.

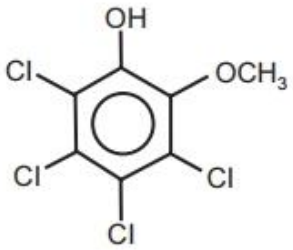
D) tamanho pequeno das moléculas.

E) presença de hidroxilas nas cadeias.

11. (MEC 2015 - PPL) O papel tem na celulose sua matéria-prima, e uma das etapas de sua produção é o branqueamento, que visa remover a lignina da celulose. Diferentes processos de branqueamento usam, por exemplo, cloro ($C\ell_2$), hipoclorito de sódio ($NaC\ell O$), oxigênio (O_2), ozônio (O_3) ou peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Alguns processos de branqueamento levam à formação de compostos organoclorados. São apresentadas as estruturas de um fragmento da lignina e do tetracloroguaiacol, um dos organoclorados formados no processo de branqueamento.



Fragmento da Lignina



Tetracloroguaiacol

SANTOS, C. P. et al. Papel: como se fabrica? Química Nova na Escola, n. 14, 2001 (adaptado).

Os reagentes capazes de levar à formação de organoclorados no processo citado são

A) O_2 e O_3.

B) $C\ell_2$ e O_2.

C) H_2O_2 e $C\ell_2$.

D) $NaC\ell O$ e O_3.

E) $NaC\ell O$ e $C\ell_2$.

12. (MEC - 2011) O etanol é considerado um biocombustível promissor, pois, sob o ponto de vista do balanço de carbono, possui uma taxa de emissão praticamente igual a zero. Entretanto, esse não é o único ciclo biogeoquímico associado à produção de etanol. O plantio da cana-de-açúcar, matéria-

prima para a produção de etanol, envolve a adição de macronutrientes como enxofre, nitrogênio, fósforo e potássio, principais elementos envolvidos no crescimento de um vegetal.

Revista Química Nova na Escola. nº 28, 2008.

O nitrogênio incorporado ao solo, como consequência da atividade descrita anteriormente, é transformado em nitrogênio ativo e afetará o meio ambiente, causando

A) o acúmulo de sais insolúveis, desencadeando um processo de salinificação do solo.

B) a eliminação de microorganismos existentes no solo responsáveis pelo processo de desnitrificação.

C) a contaminação de rios e lagos devido à alta solubilidade de íons como NO^{3-} e NH^{4+} em água.

D) a diminuição do pH do solo pela presença de NH_3, que reage com a água, formando o NH_4OH (aq).

E) a diminuição da oxigenação do solo, uma vez que o nitrogênio ativo forma espécies químicas do tipo NO_2, NO^-, N_2O.

13. (UECE - 2019/1) Sobre o composto diclorodifluorometano usado em refrigerantes e como propelente de aerossol, pode-se afirmar corretamente que ele tem

A) quatro pares de elétrons compartilhados.

B) um total de 26 elétrons de valência não ligantes.

C) hibridação sp para o átomo de carbono.

D) todas as ligações covalentes com a mesma energia.

14. (UFPR 2019/1) Evidências científicas mostraram que a poluição produzida por navios de guerra durante a Segunda Guerra Mundial interferiram no crescimento das árvores na Noruega. Embarcações da Alemanha ficaram estacionadas boa parte da guerra na costa da Noruega, com a função de impedir uma possível invasão dos inimigos. Para camuflar as embarcações, era produzida uma névoa química, e foi essa névoa artificial a responsável por limitar o crescimento das árvores nesse período. Uma estratégia muito comum para gerar essa névoa artificial era por meio da queima incompleta de óleo combustível, mas também outros métodos foram empregados, como o lançamento na atmosfera de misturas que produziam cloreto de zinco, óxido de titânio ou pentóxido de fósforo.

Esses métodos capazes de produzir névoa artificial se baseiam em reações que:

A) geram gases irritantes.

B) formam líquidos imiscíveis.

C) produzem compostos voláteis.

D) formam precipitados suspensos na atmosfera.

E) sintetizam compostos que absorvem a radiação eletromagnética no espectro visível.

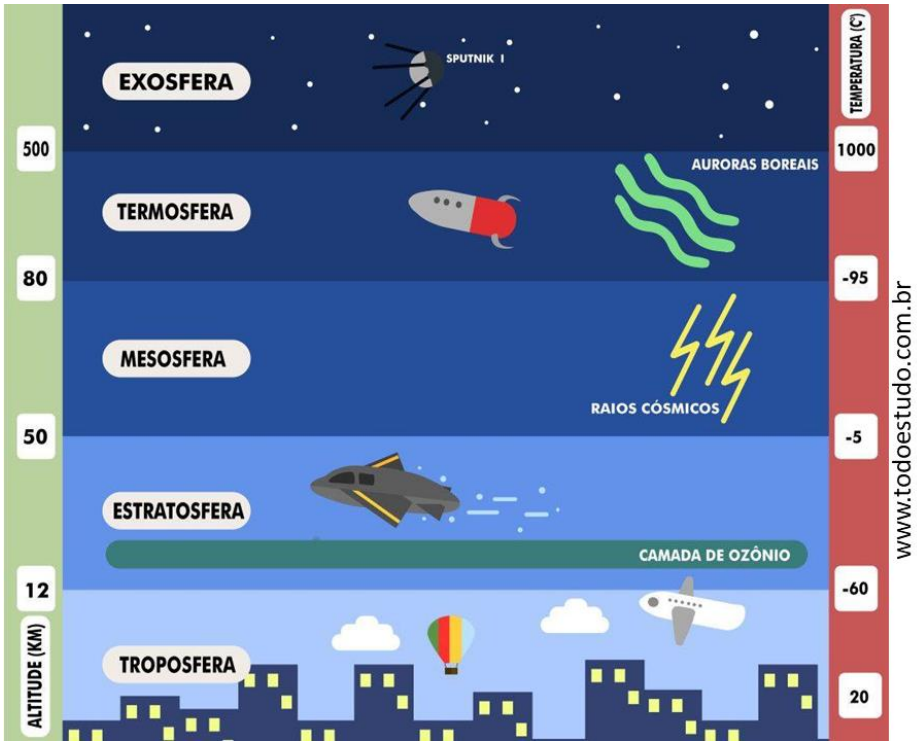
GABARITO

1	C
2	C
3	B
4	D
5	A
6	A
7	A
8	D
9	D
10	A
11	E
12	C
13	A
14	D

Camada de ozônio e o Efeito estufa

Camada de ozônio

A atmosfera terrestre é dividida em camadas de acordo com a variação da temperatura em função da altitude.



Camadas da atmosfera.

Passada a visão geral das camadas da atmosfera, quero que analise calmamente as regiões da atmosfera na figura abaixo, mas agora ficando atento as espécies presentes em cada camada, bem como o apontamento de alguns processos que ocorrem em cada uma dessas camadas.

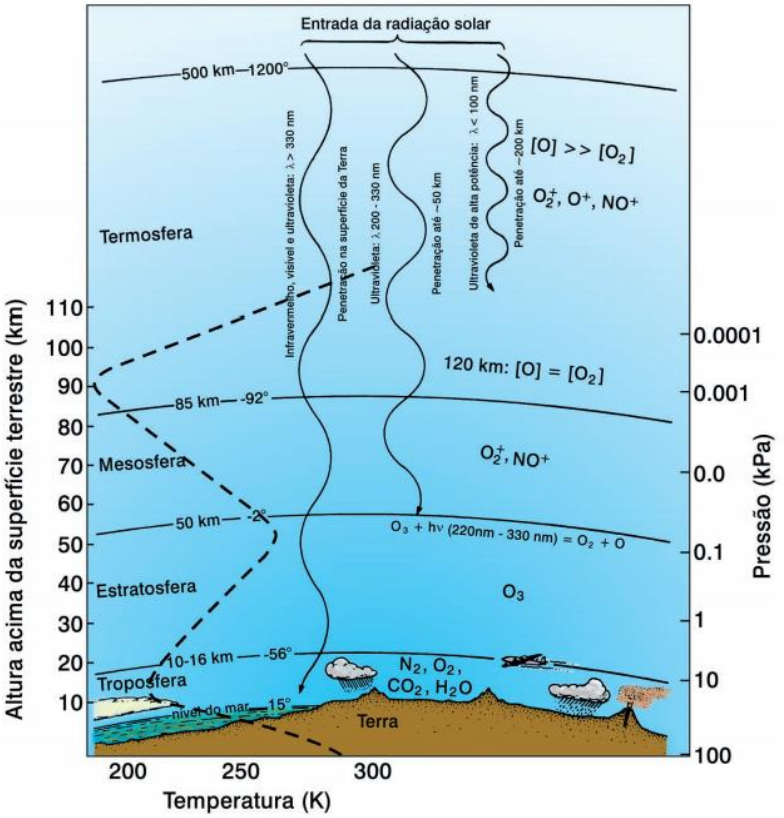


Figura 1: As principais regiões da atmosfera terrestre (adaptada de Manahan, 1984, Moore e Moore, 1976).

A troposfera é a camada que fica próxima à superfície e concentra cerca de 90% da massa da atmosfera. À medida que se distancia da superfície ocorre uma diminuição na temperatura e o ar vai ficando mais rarefeito (menos denso). É nessa camada que ocorrem as perturbações atmosféricas que definem o clima de cada região, como as chuvas, os relâmpagos, os ventos e os furacões.

A camada acima da troposfera é chamada de **estratosfera**. Nessa camada está o que se convencionou chamar de **camada de ozônio**. Trata-se de uma camada de cerca de 15 km de extensão formada por ozônio (O_3). A quantidade de ozônio presente não é muito grande, calcula-se que nesse meio exista uma molécula de O_3 para um milhão de moléculas de outros gases. Porém essa quantidade de ozônio é suficiente para filtrar 95% da radiação ultravioleta emitida pelo sol e raios cósmicos. Muito não é mesmo? Caso essa radiação chegasse à superfície terrestre, o planeta se tornaria inóspito.

Na estratosfera, o ozônio é formado e decomposto a todo instante num fenômeno chamado equilíbrio dinâmico. A formação do ozônio ocorre pela ação da radiação UV nas moléculas de gás oxigênio e se dá em duas etapas conforme apresentado a seguir:

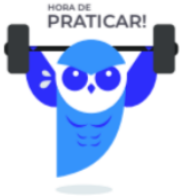
$$O_{2(g)} \xrightarrow{UV} O_{(g)} + O_{(g)}$$

$$O_{2(g)} + O_{(g)} \rightarrow O_{3(g)}$$

Já a decomposição do ozônio acontece pela ação dos radicais livres:

$$O_{(g)} + O_{3(g)} \rightarrow O_{2(g)} + O_{2(g)}$$

É importante que você não confunda o ozônio da estratosfera com o ozônio na troposfera. Na estratosfera, a camada de ozônio é benéfica, pois barra grande parte da radiação solar que causaria danos irreversíveis aos seres vivos e tornaria o nosso planeta inóspito. Já o ozônio presente na troposfera (camada com a qual estamos em contato) não é benéfico, ele é um poluente que provoca problemas pulmonares, irritação nos olhos e pode ser fatal em altas doses.



(UECE 2016) Os clorofluorcarbonos, descobertos por Thomas Midgley Jr. (1899-1944), não são tóxicos, nem reativos, nem explosivos e foram bastante utilizados em extintores, refrigerantes, propelentes de aerossol e, posteriormente, como agente refrigerante em geladeiras e aparelhos de ar condicionado. Tais gases, no entanto, estão causando a destruição da camada de ozônio. No que diz respeito a clorofluorcarbonos e ozônio, assinale a afirmação verdadeira.

A) Os CFCs também produzem chuva ácida e o efeito estufa.

B) Na estratosfera, são decompostos pela radiação infravermelha e liberam cloro, que ataca o ozônio produzindo monóxido de cloro e oxigênio.

C) Na troposfera, grandes quantidades de ozônio acarretam poluição atmosférica.

D) Aumentos na radiação infravermelha podem aumentar o ozônio na estratosfera, acarretando o aquecimento global.

Comentários:

Letra A: incorreta. O problema ambiental em torno do uso dos CFCs consiste na decomposição do ozônio da estratosfera.

Letra B: incorreta. Na estratosfera os CFCs são decompostos pela radiação ultravioleta.

Letra C: correta. Enquanto o ozônio da estratosfera é benéfico, o ozônio na troposfera é tóxico e fruto de poluição.

Letra D: incorreta. O ozônio presente na troposfera pode intensificar o efeito estufa e consequentemente o aquecimento global. O ozônio presente na estratosfera é benéfico porque nos protege da radiação ultravioleta de alta intensidade.

Resposta: letra C

Voltando ao ozônio da estratosfera [o que é benéfico e filtra boa parte da radiação UV]. Nas últimas décadas percebeu-se uma alteração no equilíbrio dinâmico de formação e decomposição do ozônio. A quantidade de ozônio decomposto tornou-se muito maior que a quantidade formada, levando a um problema ambiental chamado **buraco na camada de ozônio**.

Na década de 70, descobriu-se que os óxidos de nitrogênio agem como catalisadores da reação de decomposição do O_3. A presença desses óxidos pode ocorrer naturalmente devido as erupções vulcânicas e as reações que acontecem na atmosfera pela ação de raios. O problema é que, devido a queima de combustíveis fósseis entre outros, houve um aumento demasiado nas concentrações de óxidos de nitrogênio na atmosfera.

Além dos óxidos de nitrogênio, os **clorofluorcarbonetos (CFCs)** contribuem para a decomposição da camada de ozônio, sendo muito mais ativos que os óxidos de nitrogênio. Os primeiros CFCs a serem utilizados foram o $CC\ell_2F_2$ (chamado de freon-12) e o $CC\ell_3F$ (chamado de freon-11). Em "freon-**12**", o número **1** indica a quantidade de átomos de carbono e o número **2** a quantidade de átomos de flúor. Seguindo esse raciocínio, no freon-**11**, há 1 carbono e 1 flúor.

O uso dos CFCs era muito vantajoso visto que são quimicamente estáveis, não possuem cheiro, não são inflamáveis e nem corrosivos, além de apresentarem baixo custo de produção. Eram utilizados como gás refrigerante para geladeiras, freezers, ar-condicionado, propulsores e sprays de tintas, desodorantes e inseticidas, solventes ou gases de limpeza de componentes eletrônicos, esterilizadores de instrumentos hospitalares etc.

Até que em 1974 foi publicada na revista *Nature* os resultados de uma pesquisa que apresentavam o que ocorria com os CFCs na atmosfera. Por serem muito estáveis esses gases permanecem na troposfera até serem levados a estratosfera, o que pode levar de 10 a 20 anos. Quando chegam na estratosfera, os CFCs são decompostos por ação da radiação ultravioleta e liberam átomos livres de cloro, flúor ou bromo. Esses átomos livres agem como catalisadores na decomposição do ozônio como pode ser observado nas reações abaixo:

$$C\ell_{(g)} + O_{3(g)} \rightarrow C\ell O_{(g)} + O_{2(g)}$$

$$C\ell O_{(g)} + O_{(g)} \rightarrow C\ell_{(g)} + O_{2(g)}$$

Perceba que **o cloro é recuperado ao final da reação**, podendo decompor outras moléculas de ozônio. Estima-se que um único átomo de cloro seja capaz de decompor 100 mil moléculas de ozônio. Diante disso, os CFCs começaram a ser substituídos aos poucos. Hoje vários produtos em spray utilizam, por exemplo, os gases propano e butano.

(MEC - 2009 - PPL) Os clorofluorcarbonetos (CFCs) são substâncias formadas por moléculas que contêm átomos de carbono, flúor e cloro. Descobertos em 1930, eram considerados uma maravilha, pois substituíam, com grande eficiência, a amônia, utilizada em refrigeradores. A amônia é tóxica e tem odor desagradável, ao passo que os CFCs são inertes e não causam problemas aos seres humanos.

Consequentemente, as fábricas de geladeiras rapidamente passaram a utilizar os CFCs. No entanto, em 1974, dois químicos — Mário Molina e Sherwood Rowland — descobriram que esses gases reagiam com o O_3 da camada de ozônio, causando sérios problemas ambientais e aos seres vivos.

O que pode ser feito para evitar problemas ambientais devido à utilização dos clorofluorcarbonetos?

A) Aumentar o preço dos refrigeradores, para desestimular o consumo.

B) Banir a utilização de gases refrigerantes, já que todos causam problemas.

C) Substituir gradativamente os CFCs por outros gases que não agridam a camada de ozônio.

D) Parar de utilizar CFCs em refrigeradores e utilizá-los apenas em embalagens como a de spray para cosméticos.

E) Comprar motores para refrigeradores em países nos quais a legislação não proíba a utilização desses gases.

Comentários:

Para se evitar problemas ambientais devido ao uso dos CFCs é necessário eliminar o seu uso, substituindo-os por outros gases que não decomponham o ozônio. O nosso gabarito é a letra C.

Letra A: incorreta. O aumento do preço dos refrigeradores não necessariamente evitará que os CFCs sejam lançados na atmosfera e sim a substituição desse gás por outro gás refrigerante que não agrida a camada de ozônio.

Letra B: incorreta. Nem todos os gases refrigerantes agridem a camada de ozônio. O butano e o propano, por exemplo, são utilizados para esse fim, mas não agridem.

Letra D: incorreta. O uso de CFCs em embalagens como spray continuará liberando esses gases para a atmosfera.

Letra E: incorreta. Como dito anteriormente, o problema gerado pelo uso do CFC só é evitado se esse gás não chegar à atmosfera.

Resposta: letra C

Efeito estufa

O efeito estufa é um **processo natural** que colabora para a manutenção da temperatura na Terra. Se não fosse esse processo, a Terra seria inabitável para a maioria das espécies, já que a média de temperatura seria em torno de – 18°C.

Você já viu uma estufa? O efeito estufa recebe esse nome porque o processo é muito parecido ao que acontece nas estufas usadas (mais em lugares frios) para o plantio de flores e plantas delicadas. A grande diferença é que quem promove esse efeito são os gases (principalmente CO_2 e vapor de água) presentes na atmosfera. Eles formam uma camada que é responsável por manter a temperatura em níveis normais no nosso planeta, possibilitando a existência de vida. Vamos entender melhor esse processo.

A radiação solar que chega a nossa atmosfera é absorvida pela terra e pelos oceanos. Parte dessa radiação é refletida e uma porção dela é perdida para o espaço. A outra porção é barrada pela camada de gases e essa energia vinda da radiação se espalha e aquece o meio ambiente, caracterizando assim o chamado **efeito estufa**.

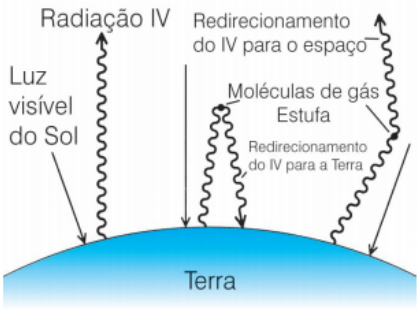


Figura 5: Esquema de funcionamento do efeito estufa (extraída de Baird, 1998).

Tabela 1: Gases estufa da atmosfera terrestre (Baird, 1998).

Gases	Abundância atual	Taxa de aumento (%)	Tempo de residência (anos)
CO_2	365 ppm	0,4	50-200
CH_4	1,72 ppm	0,5	12
N_2O	312 ppb	0,3	206
CFC-11	0,27 ppb	0	12.400
Halon-1301	0,002 ppb	7	16.000
HCFC-22	0,11 ppb	5	11.000
HFC-134a	2 ppt	nd	9.400

Nd = não determinado.

Se o efeito estufa é algo benéfico, que colabora para a manutenção de uma temperatura que permita a vida na Terra, em que situação ele passa a ser um problema ambiental?

O grande problema é que as atividades humanas têm aumentado a concentração de CO_2 na atmosfera e, como consequência, mais radiação é barrada pela camada de gases, o que aumenta a temperatura na Terra. E não é só o CO_2 e o vapor de água que retêm o calor refletido pela Terra, outros gases como o monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx: NO e NO_2), ozônio (O_3), hidrofluorcarbonetos (HFC), clorofluorcarbonetos (CFC) e metano (CH_4) além de partículas em suspensão no ar contribuem para o efeito estufa. Por isso esses gases são chamados de *gases do efeito estufa*.

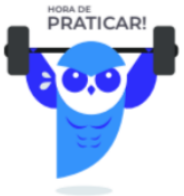
A tabela abaixo apresenta características de alguns desses gases.

Gás	Principais fontes de emissão	Dados adicionais
CO_2	Queima de combustíveis fósseis, decomposição aeróbica de substâncias orgânicas.	O desmatamento reduz a absorção de gás carbônico da atmosfera pelas folhas e vegetais.
CO	Veículos a gasolina (49%), álcool (17%) e diesel (28%)	Liga-se à hemoglobina do sangue e em altas concentrações prejudica a oxigenação do organismo.
N_2O	Produzido naturalmente em florestas e oceanos, durante o ciclo do nitrogênio. A atividade agrícola é a principal responsável pelo aumento desse gás na atmosfera, mas também é produzido na queima da biomassa.	O efeito de aquecimento de uma molécula de N_2O é cerca de 300 vezes mais intenso do que o causado por uma molécula de CO_2

CH_4	Decomposição anaeróbica de substâncias orgânicas, flatulência de bovinos, depósitos de combustíveis fósseis, decomposição do lixo nos aterros sanitários (ou em lixões), esgotos e pântanos.	O efeito de aquecimento de uma molécula de CH_4 é 21 vezes mais intenso do que o causado por uma molécula de CO_2

Fonte: Adaptado de: FONSECA, M. R. da. Completamente química: química geral. São Paulo: FTD, 2001; BERNOULLI. Química, vol. 6. Editora Bernoulli.

A intensificação do efeito estufa leva ao aquecimento global e as consequências envolvem: o derretimento das calotas polares, aumentando o nível dos oceanos; agravamento da degradação do solo e aumento da desertificação; alteração no regime das chuvas; tempestades e furações mais violentes e frequentes, além do próprio aumento das temperaturas entre outros, o que coloca em risco a sobrevivência de várias espécies. Tanto pela desertificação e pelo aumento da temperatura nas regiões tropicais quanto pelo derretimento das calotas polares, estima-se uma diminuição da área habitável do planeta para os seres humanos.



(MEC - 2011)

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. Acesso em: 22 jun. 2010. (Foto: Reprodução/MEC)

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

A) metano durante o processo de digestão.

B) óxido nitroso durante o processo de ruminação.

C) clorofluorcarbono durante o transporte de carne.

D) óxido nitroso durante o processo respiratório.

E) dióxido de enxofre durante o consumo de pastagens.

Comentários:

A flatulência dos bovinos libera o gás metano, que é um dos principais gases do efeito estufa. Logo, a alternativa A é a correta, pois esse gás é liberado pelo processo de digestão do animal.

Letra B e D: incorreta. Esse gás é liberado principalmente pela queima de combustíveis fósseis entre outros.

Letra C: incorreta. São gases artificiais.

Letra E: incorreta. É liberado principalmente pela queima de combustível de veículos a diesel.

Resposta: letra A

PRINCIPAIS PONTOS DO TÓPICO

Camada de ozônio

• Localizada na estratosfera. Trata-se de uma camada de cerca de 15 km de extensão formada por ozônio (O_3). Essa camada filtra 95% da radiação ultravioleta emitida pelo Sol. Caso essa radiação chegasse à superfície terrestre o planeta se tornaria inóspito.
• Não confundir com o ozônio da troposfera que é um poluente que provoca problemas pulmonares, irritação nos olhos e pode ser fatal em altas doses.
• Nas últimas décadas percebeu-se uma alteração no equilíbrio dinâmico de formação e decomposição do ozônio. A quantidade de ozônio decomposto tornou-se muito maior que a quantidade formada, levando a um problema ambiental chamado buraco na camada de ozônio.

Clorofluorcarbonetos (CFCs)

Por serem muito estáveis permanecem na troposfera até serem levados a estratosfera. Lá são decompostos por ação da radiação ultravioleta e liberam átomos livres de cloro, flúor ou bromo. Esses átomos livres agem como catalisadores na decomposição do ozônio:

$$C\ell_{(g)} + O_{3(g)} \rightarrow C\ell O_{(g)} + O_{2(g)}$$

$$C\ell O_{(g)} + O_{(g)} \rightarrow C\ell_{(g)} + O_{2(g)}$$

O cloro é recuperado ao final da reação, podendo decompor outras moléculas de ozônio. Diante disso os CFCs começaram a ser substituídos aos poucos, por exemplo, vários produtos em spray utilizam os gases propano e butano.

Efeito estufa

Processo natural que colabora para a manutenção da temperatura na Terra.

↓

As atividades humanas têm aumentado a concentração de CO_2 na atmosfera e como consequência mais radiação é barrada pela camada de gases, o que aumenta a temperatura na Terra. E não é só o CO_2 e o vapor de água que retêm o calor refletido pela Terra, outros gases como o monóxido de carbono (CO), óxido nitroso (N_2O), ozônio (O_3), clorofluorcarbonetos (CFC) e metano (CH_4) além de partículas em suspensão no ar contribuem para o efeito estufa. Por isso esses gases são chamados de gases do efeito estufa.

QUESTÕES COMENTADAS - MULTIBANCAS

Camada de ozônio e o Efeito estufa

1. (IDECAN - Perito Criminal de 1ª Classe/Engenharia Química - PEFOCE - 2021) Clorofluorcarbonetos (CFCs) são substâncias extremamente nocivas à camada de ozônio e isso se deve à

a) decomposição fotoquímica dos CFCs na estratosfera, liberando radicais livres de cloro (Cℓ·), que reagem facilmente com o ozônio.

b) reação direta dos CFCs com ozônio, formando compostos oxi-halogenados.

c) decomposição térmica dos CFCs, gerando radicais livres de flúor (F·), que se associam a radicais livres de hidrogênio (H·), formando HFHF, que, por conseguinte, ataca o ozônio da estratosfera.

d) dimerização das moléculas de CFC ocasionada pela fotólise na troposfera e posterior reação com ozônio, formando ácidos fluoroclóricos.

e) decomposição dos CFCs catalisada por óxidos de nitrogênio, liberando radicais livres de cloro (Cℓ·), que reagem com ozônio.

Comentários:

O principal problema dos clorofluorcarbonetos é a geração de radicais livres de cloro pela ação de luz ultravioleta. É importante lembrar que CFCs são **inertes na troposfera**, por outro lado **sofrem fotólise na estratosfera**, liberando átomos de Cl, de acordo com a seguinte equação.

$$CF_2Cl_2 + h\nu\ (\lambda<240nm) \rightarrow CF_2Cl + Cl$$

Esses radicais livres de cloro catalisam a decomposição de ozônio em gás oxigênio:

$$Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2$$

$$ClO + O \rightarrow Cl + O_2$$

Isso provoca uma reação em cadeia de destruição do ozônio, porque o átomo de cloro é regenerado ao final do processo e pode atacar novamente outra molécula de ozônio.

Resposta: letra A

2. (FAPEC - Perito Oficial Forense Perito Criminal/Área 7 - PC MS - 2021) O planeta terra viu sua temperatura média aumentar em torno de 0,5 °C nos últimos 100 anos. Cientistas acreditam que a temperatura média deva aumentar em 4 °C até o final desse século.

Pesquisadores acreditam que a temperatura média do planeta está aumentando devido às atividades humanas emitirem para a atmosfera grande quantidade de gases de efeito estufa

(GEE). Esses gases são importantes para o equilíbrio climático da Terra, pois são substâncias gasosas que aprisionam calor na atmosfera, o que é fundamental para a vida terrestre. Sem esses gases na atmosfera a temperatura do planeta seria muito baixa. Cientistas dizem que estamos emitindo os GEE num ritmo muito acelerado, causando grande desequilíbrio e gerando um aquecimento acentuado num período curto de tempo. Essa prática iniciou-se na Revolução Industrial, com a crescente demanda por combustíveis fósseis para operar as máquinas e a partir daí, as emissões de GEE continua aumentando e elevando a temperatura média do planeta. Sobre o assunto apresentado, podemos afirmar que os três principais GEE emitidos por ações antropogênicas são:

a) CO, CH_4, NO.

b) CO, CH_4, NO_2.

c) CO_2, CF_4, NO_2.

d) CO_2, CH_4, N_2O.

e) CO_2, C_2H_6, NO_2.

Comentários:

A tabela abaixo apresenta características de alguns dos principais gases do efeito estufa.

Gás	Principais fontes de emissão	Dados adicionais
CO_2	Queima de combustíveis fósseis, decomposição aeróbica de substâncias orgânicas.	O desmatamento reduz a absorção de gás carbônico da atmosfera pelas folhas e vegetais.
CO	Veículos a gasolina (49%), álcool (17%) e diesel (28%)	Liga-se à hemoglobina do sangue e em altas concentrações prejudica a oxigenação do organismo.
N_2O	Produzido naturalmente em florestas e oceanos, durante o ciclo do nitrogênio. A atividade agrícola é a principal responsável pelo aumento desse gás na atmosfera, mas também é produzido na queima da biomassa.	O efeito de aquecimento de uma molécula de N_2O é cerca de 300 vezes mais intenso do que o causado por uma molécula de CO_2
CH_4	Decomposição anaeróbica de substâncias orgânicas, flatulência de bovinos, depósitos de combustíveis fósseis, decomposição do lixo nos aterros sanitários (ou em lixões), esgotos e pântanos.	O efeito de aquecimento de uma molécula de CH_4 é 21 vezes mais intenso do que o causado por uma molécula de CO_2

Fonte: Adaptado de: FONSECA, M. R. da. Completamente química: química geral. São Paulo: FTD, 2001; BERNOULLI. Química, vol. 6. Editora Bernoulli.

Resposta: letra D

3. (NUCEPE UESPI - Professor - Pref. Teresina - 2019)

Buraco na camada de ozônio observado em 2019 é o menor já registrado.

A NASA divulgou um recorde que pode parecer surpreendente: o buraco na camada de ozônio atingiu sua menor extensão máxima já registrada. Apesar da boa notícia, seria injusto dar os

créditos desse avanço à humanidade. Embora em muitos locais do mundo a conscientização sobre os cuidados com o ambiente tenha crescido, há um importante fator natural que ocasionou o recorde divulgado na segunda-feira.

Um vórtice polar, tipo de ciclone persistente, causou uma onda de calor aproximadamente 20 quilômetros acima da Antártica, resultando em um aumento das temperaturas nessa porção da atmosfera. Essa mudança ajudou a restringir as condições que culminam na formação de compostos que destroem a camada de ozônio, assim impactando positivamente o meio ambiente.

Disponível em: https://veja.abril.com.br/ciencia/buraco-na-camada-de-ozonio-observado-em-2019-e-o-menor-ja-registrado/. Acesso em 13 nov.2019.

Conforme se sabe, o aumento do buraco da camada de ozônio tem causado sérios danos ao homem e ao meio ambiente. É exemplo de danos (impactos) relacionado a esse fenômeno

a) a degradação de construções de monumentos históricos.

b) a elevação do pH dos lagos, que causa a morte dos seres vivos que ali residem.

c) a eutrofização das águas fluviais e o aumento do número de aguapés.

d) o aumento do risco de melanoma.

e) a redução dos recursos hídricos em face do assoreamento dos rios.

Comentários:

A redução da camada de ozônio impacta diretamente os seres humanos nos problemas relacionados aos raios ultravioletas, que, sem a proteção da camada, entram livremente e em maior quantidade nas camadas inferiores da atmosfera, atingindo, dessa forma, a população. Esses raios ultravioletas provocam diversos problemas, entre eles o aumento do risco de câncer de pele, sendo o mais grave desses tipos de câncer denominado melanoma.

Resposta: letra D

4. (UFMT - Engenheiro/Químico - Águas do Pantanal - 2019) A atmosfera não é uniforme, constituindo-se também de gases secundários, resultantes da atividade humana. Sobre esses constituintes secundários e suas fontes de origem, numere a coluna da direita de acordo com a da esquerda.

1. Dióxido de carbono-CO_2

2. Monóxido de carbono-CO

3. Metano-CH_4

4. Óxido Nítrico-NO

5. Ozônio-O_3

6. Dióxido de Enxofre -SO_2

( ) Descargas elétricas atmosféricas, difusão da estratosfera, smog fotoquímico.

( ) Decomposição da matéria orgânica, emissões de oceanos, queima de combustíveis fósseis.

( ) Descargas elétricas atmosféricas, motores a combustão interna, combustão de matéria orgânica.

( ) Decomposição de matéria orgânica, vazamento de gás natural, emissão de gases pela pecuária.

( ) Gases vulcânicos, incêndios florestais, ação bacteriana, queima de combustíveis fósseis, processos industriais.

( ) Decomposição de matéria orgânica, processos industriais, combustão de combustível fóssil.

Marque a sequência correta.

a) 5, 1, 4, 3, 6, 2

b) 4, 2, 3, 1, 5, 6

c) 5, 4, 2, 6, 1, 3

d) 3, 5, 1, 6, 2, 4

Comentários:

Destaco abaixo a principal fonte de origem de cada composto mostrado na questão. Dessa forma, seria possível diferenciar cada um e identificar corretamente a associação.

Ozônio - O_3 → Descargas elétricas atmosféricas, **difusão da estratosfera**, smog fotoquímico.

Dióxido de carbono - CO_2 → Decomposição da matéria orgânica, **emissões de oceanos**, queima de combustíveis fósseis.

Óxido nítrico - NO → Descargas elétricas atmosféricas, **motores a combustão interna**, combustão de matéria orgânica.

Metano - CH_4 → Decomposição de matéria orgânica, vazamento de gás natural, **emissão de gases pela pecuária**.

Dióxido de enxofre - SO_2 → **Gases vulcânicos**, incêndios florestais, ação bacteriana, queima de combustíveis fósseis, processos industriais.

Monóxido de carbono - CO → Decomposição de matéria orgânica, **processos industriais**, combustão de combustível fóssil.

Resposta: letra A

5. (MEC - 2010) As cidades industrializadas produzem grandes proporções de gases como o CO_2, o principal gás causador de 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 a 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.

Comentários:

A intensificação do efeito estufa associado as ilhas de calor levarão a um aumento da temperatura na área urbana, o que aumentará o uso de sistemas de refrigeração como o ar-condicionado, para o conforto da população e para conservação de máquinas e produtos das indústrias.

Resposta: letra D

6. (MEC - 2012) 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:

$$\text{I) } CF_2C\ell_2 \xrightarrow{UV} CF_2C\ell\cdot + C\ell\cdot$$

$$\text{II) } C\ell\cdot + O_3 \longrightarrow O_2 + C\ell O\cdot$$

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.

Comentários:

A descoberta de que os CFCs colaboravam para a decomposição do ozônio na estratosfera levou a sua substituição por outros gases que não reagem com o ozônio como o butano, propano e isobutano.

Resposta: letra A

7. (MEC - 2011) 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. Revista Ciência Hoje. V. 45, n° 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

A) limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno.

B) eficaz de energia, tomando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.

C) limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.

D) 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.

Comentários:

A pergunta é bem específica, pois pergunta-se qual o impacto das hidrelétricas em problemas relacionados à emissão de gases. Mesmo que você não soubesse que as hidrelétricas emitem gás de efeito estufa, pelo próprio enunciado, é possível obter essa informação. Afirma-se que "estudos indicam que as emissões de metano (CH_4) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de CO_2 das termelétricas", logo as hidrelétricas não são fontes totalmente limpas de energia, mas sim poluidoras que contribuem com altos níveis de gases de efeito estufa.

Resposta: letra D

8. (MEC 2009) 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) 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.

Comentários:

Há um enfoque sobre aumento da concentração de CO_2 na atmosfera. Como esse gás participa da fotossíntese realizada pelas plantas, uma alternativa para removê-lo da atmosfera é reduzir o desmatamento, pois assim haverá mais plantas que o absorvam.

Resposta: letra C

9. (UFPR - 2019/1) A usina de energia de Hellisheidi, na Islândia, vem testando um novo método para combater o aquecimento global: transformar o gás carbônico (CO_2) em pedra. O processo ocorre em duas etapas: primeiro o CO_2 é dissolvido em água em altas pressões (25 bar) e depois injetado no solo numa temperatura de 230 °C. A mineralização do gás carbônico ocorre de maneira rápida, devido à reatividade e composição do solo da região, rica em ferro, cálcio e magnésio. As duas etapas da remoção de CO_2 estão esquematizadas de maneira simplificada ao lado.

$$CO_2\,(g) + H_2O\,(l) \xrightarrow{25\ bar} CO_3^{2-}\,(aq) + 2\,H^+\,(aq)$$

$$CO_3^{2-}\,(aq) + Ca^{2+}\,(aq) \xrightarrow{230\ ^oC} CaCO_3\,(s)$$

Fonte: 1. <https://www.bbc.com/portuguese>. Acessado em 23 de maio 2018. Adaptado. 2. Mater, J. M. *et alii*, Rapid carbon mineralization for permanent disposal of anthropogenic carbon dioxide emissions. *Science*, Vol. 352, Issue 6291, pp. 1312-1314.

A remoção desse gás da atmosfera ocorre por:

A) formação de composto iônico.

B) reação de oxidorredução.

C) ligação covalente com a rocha.

D) alteração do estado de agregação.

E) adsorção de CO_2 numa matriz porosa

Comentários:

Perceba, pela primeira equação, que a dissolução do CO_2 em água leva a formação do íon carbonato (CO_3^{2-}). O íon carbonato (carga negativa), quando em proximidade com o íon cálcio (carga positivo), são atraídos por forças eletrostáticas e formam o carbonato de cálcio. Sendo assim, nosso gabarito é a letra A.

Resposta: letra A

LISTA DE QUESTÕES - MULTIBANCAS

Camada de ozônio e o Efeito estufa

1. (IDECAN - Perito Criminal de 1ª Classe/Engenharia Química - PEFOCE - 2021) Clorofluorcarbonetos (CFCs) são substâncias extremamente nocivas à camada de ozônio e isso se deve à

a) decomposição fotoquímica dos CFCs na estratosfera, liberando radicais livres de cloro ($C\ell^{\cdot}$), que reagem facilmente com o ozônio.

b) reação direta dos CFCs com ozônio, formando compostos oxi-halogenados.

c) decomposição térmica dos CFCs, gerando radicais livres de flúor ($F^{\cdot}$), que se associam a radicais livres de hidrogênio ($H^{\cdot}$), formando HFHF, que, por conseguinte, ataca o ozônio da estratosfera.

d) dimerização das moléculas de CFC ocasionada pela fotólise na troposfera e posterior reação com ozônio, formando ácidos fluoroclóricos.

e) decomposição dos CFCs catalisada por óxidos de nitrogênio, liberando radicais livres de cloro ($C\ell^{\cdot}$), que reagem com ozônio.

2. (FAPEC - Perito Oficial Forense Perito Criminal/Área 7 - PC MS - 2021) O planeta terra viu sua temperatura média aumentar em torno de 0,5 °C nos últimos 100 anos. Cientistas acreditam que a temperatura média deva aumentar em 4 °C até o final desse século.

Pesquisadores acreditam que a temperatura média do planeta está aumentando devido às atividades humanas emitirem para a atmosfera grande quantidade de gases de efeito estufa (GEE). Esses gases são importantes para o equilíbrio climático da Terra, pois são substâncias gasosas que aprisionam calor na atmosfera, o que é fundamental para a vida terrestre. Sem esses gases na atmosfera a temperatura do planeta seria muito baixa. Cientistas dizem que estamos emitindo os GEE num ritmo muito acelerado, causando grande desequilíbrio e gerando um aquecimento acentuado num período curto de tempo. Essa prática iniciou-se na Revolução Industrial, com a crescente demanda por combustíveis fósseis para operar as máquinas e a partir daí, as emissões de GEE continua aumentando e elevando a temperatura média do planeta. Sobre o assunto apresentado, podemos afirmar que os três principais GEE emitidos por ações antropogênicas são:

a) CO, CH_4, NO.

b) CO, CH_4, NO_2.

c) CO_2, CF_4, NO_2.

d) CO_2, CH_4, N_2O.

e) CO_2, C_2H_6, NO_2.

3. (NUCEPE UESPI - Professor - Pref. Teresina - 2019)

Buraco na camada de ozônio observado em 2019 é o menor já registrado.

A NASA divulgou um recorde que pode parecer surpreendente: o buraco na camada de ozônio atingiu sua menor extensão máxima já registrada. Apesar da boa notícia, seria injusto dar os créditos desse avanço à humanidade. Embora em muitos locais do mundo a conscientização sobre os cuidados com o ambiente tenha crescido, há um importante fator natural que ocasionou o recorde divulgado na segunda-feira.

Um vórtice polar, tipo de ciclone persistente, causou uma onda de calor aproximadamente 20 quilômetros acima da Antártica, resultando em um aumento das temperaturas nessa porção da atmosfera. Essa mudança ajudou a restringir as condições que culminam na formação de compostos que destroem a camada de ozônio, assim impactando positivamente o meio ambiente.

Disponível em: https://veja.abril.com.br/ciencia/buraco-na-camada-de-ozonio-observado-em-2019-e-o-menor-ja-registrado/. Acesso em 13 nov.2019.

Conforme se sabe, o aumento do buraco da camada de ozônio tem causado sérios danos ao homem e ao meio ambiente. É exemplo de danos (impactos) relacionado a esse fenômeno

a) a degradação de construções de monumentos históricos.

b) a elevação do pH dos lagos, que causa a morte dos seres vivos que ali residem.

c) a eutrofização das águas fluviais e o aumento do número de aguapés.

d) o aumento do risco de melanoma.

e) a redução dos recursos hídricos em face do assoreamento dos rios.

4. (UFMT - Engenheiro/Químico - Águas do Pantanal - 2019) A atmosfera não é uniforme, constituindo-se também de gases secundários, resultantes da atividade humana. Sobre esses constituintes secundários e suas fontes de origem, numere a coluna da direita de acordo com a da esquerda.

1. Dióxido de carbono-CO_2

2. Monóxido de carbono-CO

3. Metano-CH_4

4. Óxido Nítrico-NO

5. Ozônio-O_3

6. Dióxido de Enxofre -SO_2

( ) Descargas elétricas atmosféricas, difusão da estratosfera, smog fotoquímico.

( ) Decomposição da matéria orgânica, emissões de oceanos, queima de combustíveis fósseis.

( ) Descargas elétricas atmosféricas, motores a combustão interna, combustão de matéria orgânica.

( ) Decomposição de matéria orgânica, vazamento de gás natural, emissão de gases pela pecuária.

( ) Gases vulcânicos, incêndios florestais, ação bacteriana, queima de combustíveis fósseis, processos industriais.

( ) Decomposição de matéria orgânica, processos industriais, combustão de combustível fóssil.

Marque a sequência correta.

a) 5, 1, 4, 3, 6, 2

b) 4, 2, 3, 1, 5, 6

c) 5, 4, 2, 6, 1, 3

d) 3, 5, 1, 6, 2, 4

5. (MEC - 2010) As cidades industrializadas produzem grandes proporções de gases como o CO_2, o principal gás causador de 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 a 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.

6. (MEC - 2012) 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:

$$\text{I) } CF_2C\ell_2 \xrightarrow{UV} CF_2C\ell\cdot + C\ell\cdot$$

$$\text{II) } C\ell\cdot + O_3 \longrightarrow O_2 + C\ell O\cdot$$

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.

7. (MEC - 2011) 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. 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

A) limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno.

B) eficaz de energia, tomando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.

C) limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.

D) 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.

8. (MEC 2009) 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) 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.

9. (UFPR - 2019/1) A usina de energia de Hellisheidi, na Islândia, vem testando um novo método para combater o aquecimento global: transformar o gás carbônico (CO_2) em pedra. O processo ocorre em duas etapas: primeiro o CO_2 é dissolvido em água em altas pressões (25 bar) e depois injetado no solo numa temperatura de 230 °C. A mineralização do gás carbônico ocorre de maneira rápida, devido à reatividade e composição do solo da região, rica em ferro, cálcio e magnésio. As duas etapas da remoção de CO_2 estão esquematizadas de maneira simplificada ao lado.

$$CO_2\,(g) + H_2O\,(l) \xrightarrow{25\ bar} CO_3^{2-}\,(aq) + 2\,H^+\,(aq)$$

$$CO_3^{2-}\,(aq) + Ca^{2+}\,(aq) \xrightarrow{230\ ^oC} CaCO_3\,(s)$$

Fonte: 1. <https://www.bbc.com/portuguese>. Acessado em 23 de maio 2018. Adaptado. 2. Mater, J. M. *et alii*, Rapid carbon mineralization for permanent disposal of anthropogenic carbon dioxide emissions. *Science*, Vol. 352, Issue 6291, pp. 1312-1314.

A remoção desse gás da atmosfera ocorre por:

A) formação de composto iônico.

B) reação de oxidorredução.

C) ligação covalente com a rocha.

D) alteração do estado de agregação.

E) adsorção de CO_2 numa matriz porosa

GABARITO

1	A
2	D
3	D
4	A
5	D
6	A
7	D
8	C
9	A

NOÇÕES SOBRE POLUIÇÃO, TRATAMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTO

Poluição do ar

Poluição: "é qualquer processo, de origem humana, que adicione qualquer material ou energia no ambiente – ar, água ou solo - em quantidades que causem alterações indesejáveis."

A poluição do ar ocorre, na maior parte das vezes, nas cidades grandes (intensa atividade humana). É um tipo de poluição que é nocivo ao ser humano, pois estamos constantemente em contato com o ar. Veja os principais poluentes do ar e suas respectivas fontes emissoras[1]:

Poluente	Principais fontes emissoras
Partículas em suspensão	Queima de combustíveis e resíduos sólidos. É a "fumaça escura" que conseguimos visualizar.
Compostos orgânicos voláteis	São moléculas de gasolina ou solventes, por exemplo, que evaporam. Formam o ozônio, que quando presente fora da camada, é altamente poluente.
Monóxido de carbono	Queima parcial de combustíveis. É muito perigoso, pois não tem cheiro e pode bloquear o transporte de oxigênio em animais.
Óxidos de nitrogênio e enxofre	Queima de combustíveis fósseis, especialmente o carvão. Geram o problema da chuva ácida e são responsáveis por doenças respiratórias, especialmente em crianças.
Chumbo e outros metais pesados	Também vêm da queima de combustíveis fósseis. Os metais pesados podem ser muito perigosos pois podem acumular-se no corpo, lesando diversos tecidos.

Os poluentes presentes no ar são divididos em 2 categorias e as substâncias poluentes podem ser:

Poluentes Primários	Poluentes Secundários
aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão.	aqueles formados na atmosfera através da reação química entre poluentes primários e componentes naturais da atmosfera.

[1] *http://ecologia.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/des_poluicao.html* (2020)

Por último, listo na tabela abaixo os principais agente poluidores do ar:

Compostos de Enxofre	Compostos de Nitrogênio	Compostos Orgânicos	Monóxido de Carbono	Compostos Halogenados	Metais Pesados	Material Particulado	Oxidantes Fotoquímicos
SO_2	NO	hidrocarbonetos álcoois	CO	HCl	Pb	mistura de compostos no estado sólido ou líquido	O_3
SO_3	NO_2	aldeídos		HF	Cd		formaldeído
Compostos de Enxofre Reduzido:	NH_3	cetonas		cloretos	As		acroleína
(H_2S, Mercaptanas, Dissulfeto de carbono,etc)	HNO_3	ácidos orgânicos		fluoretos	Ni		PAN
sulfatos	nitratos				etc.		etc.

Poluição e tratamento de água

A água é o constituinte mais abundante no planeta e também nos seres vivos. Mesmo sendo fundamental para a manutenção da vida, não tem recebido a devida atenção, pois muitos acreditam, seja pelo seu volume ou por desconhecimento, que é impossível faltar água para suas atividades.

De fato, é incorreto dizer que a água do planeta irá acabar. O próprio ciclo da água é uma prova disso. Quando você estudou o ciclo hidrológico viu que é um sistema fechado, ou seja, não há perda de água, apenas uma movimentação dessa água dentro da própria Terra. Você se lembra? Sendo assim, por que se preocupar com esse recurso?

Primeiro, cerca de 97% do volume total de água do nosso planeta está nos mares e oceanos. Essa água é salgada e imprópria para consumo humano e para várias outras atividades. O restante (3%) é água doce, mas 2,5% estão concentrados nas geleiras e bacias subterrâneas de difícil acesso. Apenas cerca de 0,007% estão nos rios, lagos e atmosfera de fácil acesso para o consumo.

Além disso, o aumento populacional e a poluição contribuem para a escassez desse recurso, pelo menos como água potável. Muitas atividades humanas diminuem a qualidade das águas. Por exemplo, o lençol freático é contaminado quando, ao penetrar no solo, a água dissolve e arrasta compostos químicos tóxicos oriundos, por exemplo, de fertilizantes agrícolas. Os mananciais (fontes de água) superficiais são contaminados pelo lançamento de efluentes domésticos e de indústrias, muitos deles sem o devido tratamento, pelo lançamento de plásticos, detergentes, solventes, tintas, inseticidas, vazamentos de petróleo, etc. A própria chuva pode contaminar os lagos e rios, pois quando a água precipita ela entra em contato com gases poluentes que estão na atmosfera, podendo formar ácidos fortes (lembra da chuva ácida?).

Não podemos deixar de destacar os microrganismos causadores de doenças como disenteria, cólera, febre tifoide, gastroenterite, teníase etc. São as chamadas doenças de veiculação hídrica. Ademais, a poluição aquática afeta, principalmente, a vida da biota que vive na água. Podendo causar efeitos como a eutrofização. Lembre-se que os organismos aquáticos (plantas e animais) são muito sensíveis a mudanças.

A deterioração da qualidade da água a torna imprópria para consumo sem tratamento prévio. Em alguns casos o tipo de tecnologia necessária é tão caro que se torna economicamente inviável tratá-la a fim de torná-la própria para o consumo novamente. Por isso, ao se escolher a fonte de captação (de onde a água será retirada para abastecer a população), busca-se por aquela com melhor qualidade, além de outros fatores como vazão, custos de transporte e tratamento, dentre outros fatores.

Algumas das principais fontes de poluição da água são:

Fonte de poluição	Como funciona
Precipitação contaminada	A água, ao se evaporar, entra em contato com os poluentes do ar e, quando precipita na forma de chuva, traz esses poluentes. A chuva ácida é um exemplo desse problema.
Produtos químicos dissolvidos na água	As substâncias utilizadas em fertilizantes, pesticidas e outros produtos podem contaminar o lençol freático ou serem levadas, dissolvidas na chuva, para o corpo de água mais próximo, causando grandes impactos em ecossistemas aquáticos. Pode-se considerar aqui ainda o problema de vazamento de combustíveis fósseis, como o petróleo, em rios e mares, causando verdadeiros desastres ecológicos. O problema de vazamento ocorre geralmente no transporte dessas substâncias e acontece especialmente por falhas humanas (mal estado de conservação de petroleiros, por exemplo).
Contaminação do lençol freático próximo aos lixões	O lixo, se acondicionado de forma inadequada, pode contaminar o lençol freático. Isso acontece porque o **chorume** que sai do lixo se infiltra no solo e contamina a água.
Resíduos industriais e urbanos	Geralmente todos os resíduos produzidos pela indústria e pela população urbana caem numa rede de esgoto. Esse esgoto, que nem sempre é tratado, é liberado em um rio, mar ou lago mais próximo. Essa é a principal fonte de poluição da água em centros urbanos e se tornou também um problema sério de saúde pública, pois rios e lagos que recebem esgoto geralmente são fonte de doenças para a população humana, especialmente as que vivem nas áreas ribeirinhas. Algumas das doenças que o esgoto traz consigo são o cólera, salmonela, diarreias, giardíase e hepatite A, dentre muitas outras.

A tabela abaixo, embora econômica, também é muito informativa quanto aos agentes poluidores da água.[2]

[2] Título: Química Ambiental. Autor(es) e Colaborador(es):. UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ - UECE · FROTA, Evanise Batista · VASCONCELOS, Nadja Maria Sales de.

AGENTES POLUIDORES DA ÁGUA	
Tipo	**Exemplos**
Íons de metais de transição	Cu^{2+}, Mg^{2+}, Pb^{2+}, Ni^{2+}, Cd^{2+}, Zn^{2+}
Compostos orgânicos	Inseticida, detergente, sabão, petróleo
Nutrientes de plantas	NO_3^+, PO_4^{3+}
Substâncias radioativas	Dejetos com urânio
Agentes biológicos	Bactéria e vírus
Dejetos que retiram oxigênio (O_2)	Dejetos animais e vegetação em decomposição
Calor	Água utilizada no resfriamento de tubulações nas indústrias e usinas
Despejos industriais	Ácidos, bases, sais, óxidos

Da mesma referência, a tabela abaixo apresenta valores máximos tolerados pela comunidade europeia e alguns efeitos a saúde associados a cada contaminante. [3]

LIMITES PARA CONTAMINANTES DA ÁGUA POTÁVEL ADMITIDOS NA COMUNIDADE EUROPEIA		
Contaminante	$\mu g/litro^{-1}$	Efeito na Saúde
Al	200	No processo de tratamento da água é utilizado $Al_2(SO_4)_3$. O Al pode estar relacionado ao mal de Alzheime (demência senil)
Pb	50	O chumbo utilizado em alguma tubulação pode danificar o cérebro.
NO_3^-	50	Nitratos utilizados como fertilizantes chegam ao sistema de abastecimento de água. Os nitratos afetam o nível de O_2 no sangue de bebês causando a síndrome da "doença azul". Nitratos podem estar relacionados ao câncer de estômago.
Trihalometanos	100	O cloro é usado como bactericida no tratamento de água. Excesso de cloração pode provocar formação de clorofórmio em reação com compostos orgânicos. Possível causa de câncer de intestino e de bexiga.
Pesticidas	0,1	Para pesticidas considerados isoladamente.
	0,5	Para o conjunto de pesticidas. O DDT é agora proibido em muitos países. Seus efeitos prejudiciais decorrem do acúmulo e modificações biológicas na cadeia alimentar; luz Uv converte DDT em bifelinos policlorados (PCB's), que são tóxicas.

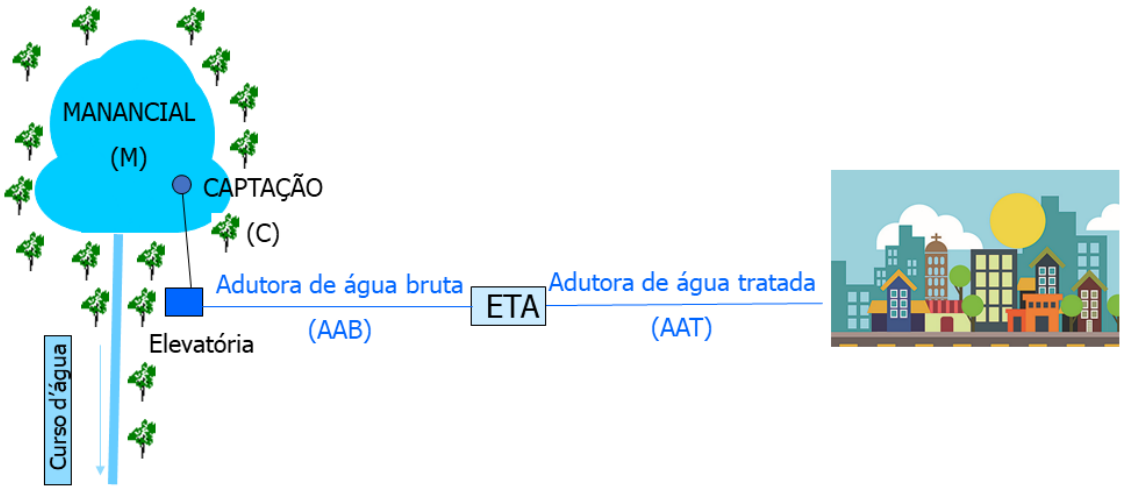
Estação de Tratamento de Água

Na **estação de tratamento de água (ETA)**, são realizados vários processos para que, ao final do tratamento, a água seja considerada potável. O Ministério da Saúde publicou uma portaria com todas as características físicas, químicas e biológicas que a água deve apresentar para ser considerada potável. O tipo de tecnologia usada na ETA sempre irá depender das características da água bruta (água que ainda não passou pelo tratamento).

No nosso país, muitas fontes de captação são, em geral, **corpos hídricos superficiais (rios e lagos)** e normalmente é empregada uma sequência de operações que recebem o nome de **tratamento ciclo**

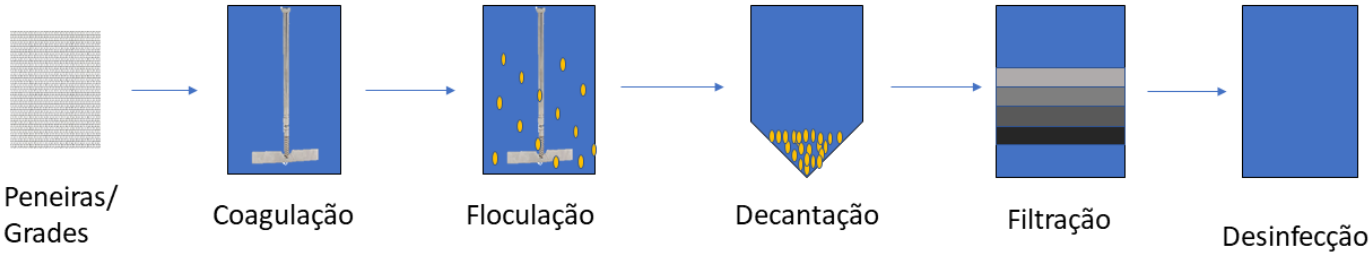
[3] Título: Química Ambiental. Autor(es) e Colaborador(es):. UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ - UECE · FROTA, Evanise Batista · VASCONCELOS, Nadja Maria Sales de.

completo. Basicamente a água é captada na fonte e é direcionada, por meio de adutoras (tubulações ou canais), para a ETA. Após o tratamento, a água segue, também por adutoras, para a população.



Visão geral do sistema de abastecimento de água.

Na ETA, como primeira etapa, é realizada o **peneiramento**, por meio de peneiras ou grades, para evitar a entrada de galhos, peixes e detritos. São realizados em sequência os processos de **coagulação**, **floculação**, **decantação**, **filtração** e **desinfecção**. Também é adicionado flúor à água como uma maneira de prevenir cáries na população.



Etapas do tratamento de água para abastecimento.

Vamos a cada uma das etapas subsequentes ao peneiramento:

- **Coagulação:** nesta etapa é adicionado o coagulante que tem como função desestabilizar as partículas presentes na água. Essas partículas são originadas das rochas, solo e desintegração e decomposição de plantas e animais, apresentam tamanho variando entre 0,001 a 1 µm, portanto são partículas coloidais. Normalmente são empregados como coagulantes o sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$) e o cloreto férrico III ($FeC\ell_3$). É uma etapa que usa agitação rápida e que geralmente leva de 30 a 60 s.
- **Floculação:** como as partículas coloidais foram desestabilizadas na etapa anterior, na floculação é promovido o choque entre essas partículas de tal forma que elas se aglomerem e formem flocos, ganhando peso. Algumas ETAs utilizam polímeros para auxiliar na formação dos flocos. Nesta etapa é utilizada uma velocidade de agitação intermediária, suficiente para promover o choque e

a formação dos flocos e de tal forma que não seja demasiadamente elevada e quebre os flocos formados.

- **Decantação:** os decantadores são tanques grandes onde a água se desloca lentamente. Aqui os flocos sedimentam porque apresentam densidade maior que a da água e se acumulam no fundo do tanque formando o lodo de ETA. De tempos em tempos, é realizada uma limpeza para remoção desse lodo. Junto aos flocos são removidos muitos microrganismos que estavam "escondidos" nas partículas coloidais.
- **Filtração:** o sobrenadante do decantador segue para os filtros rápidos. A filtração consiste na remoção dos flocos (formados pelas partículas coloidais, além de microrganismos) que não foram retidos nos decantadores. A maioria desses filtros é formada por uma camada de blocos cerâmico, pedregulhos, areia e antracito (variedade compacta e rígida do elemento carbono).
- **Desinfecção:** a desinfecção é realizada com a adição de agentes desinfetantes à água. Podemos citar como exemplo o ozônio (O_3), o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), o permanganato de potássio ($KMnO_4$) dentre outros, mas o mais amplamente empregado são os desinfetantes a base de cloro: cloro líquido ou gasoso, hipoclorito de sódio ($NaC\ell O$), hipoclorito de cálcio [$(Ca(C\ell O)_2$] e dióxido de cloro ($C\ell O_2$). O cloro é tão comumente empregado nessa etapa que muitos a chamam de **cloração**. O emprego do cloro se dá pelo baixo custo. É uma etapa importante para eliminar a maior parte dos microrganismos patogênicos presentes na água. Quando o cloro é adicionado a água, as seguintes reações podem ocorrer:

$$C\ell_2 + H_2O \rightarrow HC\ell O + H^+ + C\ell^-$$

$$HC\ell O \rightarrow C\ell O^- \quad H^+$$

Além dessas etapas de tratamento, muitas ETAs realizam a fluoretação da água. Trata-se da adição de algum composto que libere íons fluoreto (F^-) na água, como o ácido fluossilícico (H_2SiF_6) e o fluorsilicato de sódio (Na_2SiF_6). A fluoretação da água no Brasil iniciou em 1953 com o objetivo de reduzir a cárie dental na população. A concentração de flúor adicionada a água deve ser bem calculada de forma que não seja baixa a ponto de não prevenir cáries, mas também não seja alta de forma a ocasionar a Fluorose dentária, que são manchas esbranquiçadas que aparecem nos dentes devido a um uso excessivo de flúor.

(MEC 2014 - 1ª Aplicação) Para impedir a contaminação microbiana do suprimento de água, deve-se eliminar as emissões de efluentes e, quando necessário, tratá-lo com desinfetante. O ácido hipocloroso ($HC\ell O$), produzido pela reação entre cloro e água, é um dos compostos mais empregados como desinfetante. Contudo, ele não atua somente como oxidante, mas também como um ativo agente de cloração. A presença de matéria orgânica dissolvida no suprimento de água clorada pode levar à formação de clorofórmio ($CHC\ell_3$) e outras espécies orgânicas cloradas tóxicas

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. Química ambiental. São Paulo: Pearson, 2009 (adaptado).

Visando eliminar da água o clorofórmio e outras moléculas orgânicas, o tratamento adequado é a:

A) filtração, com o uso de filtros de carvão ativo

B) fluoretação, pela adição de fluoreto de sódio

C) coagulação, pela adição de sulfato de alumínio.

D) correção do pH, pela adição de carbonato de sódio.

E) floculação, em tanques de concreto com a água em movimento.

Comentários:

Letra A: correta. O filtro de carvão ativado é capaz de adsorver o clorofórmio [e também outros compostos orgânicos] eliminando-o da água.

Letra B: incorreta. A fluoretação não é uma etapa de tratamento de água, mas a adição de um composto que libere íons fluoreto na água de tal forma que, ao ser consumida pela população, seja reduzida a incidência de cáries na população.

Letra C: incorreta. Na coagulação ocorre a desestabilização das partículas coloidais para que, na próxima etapa de tratamento (floculação), essas partículas se choquem e formem flocos.

Letra D: incorreta. O pH é um parâmetro muito importante nas ETAs porque influencia na reação do coagulante com a água e na etapa de desinfecção. De acordo com as normas brasileiras, recomenda-se que, no sistema de distribuição, a água tenha um pH entre 6 e 9,5. A alteração do pH não eliminará o clorofórmio. Vale explicar que, nesse caso, o pH irá aumentar já que está sendo adicionado o carbonato de sódio que é um sal de caráter básico.

Letra E: incorreta. Na floculação promove-se o choque das partículas desestabilizadas (na coagulação) a fim de que se aglomerem e formem flocos, ou seja, ganhem peso para que na decantação sedimentem e sejam separados da massa de água.

Respostas: Letra A

Estação de Tratamento de Esgotos

Até então você viu os processos que antecedem a chegada da água a sua casa. Mas depois que você a utiliza, o que acontece? Essa água segue para uma estação de tratamento de esgoto (ETE). Existem muitas tecnologias de tratamento de esgoto e a escolha de cada uma delas depende de fatores como custo, área disponível para tratamento, tipo de efluente a ser tratado, capacidade do corpo receptor (rio ou lago que receberá o efluente tratado) de assimilar esse efluente e a qualidade exigida da água para uso posterior ou destinação final.

Para o tratamento de esgotos domésticos, que são aqueles gerados na nossa casa, é muito empregado o **tratamento biológico**, no qual as próprias bactérias presentes no esgoto são as responsáveis por realizar a biodegradação da matéria orgânica presente ali. Esse tipo de tratamento é bastante eficiente. Quando se trata de esgoto industrial, é necessário analisar os componentes desse esgoto para escolher a melhor forma de tratamento que pode ir desde o tratamento biológico aos processos oxidativos avançados (POAs). Os POAs realizam a oxidação de compostos orgânicos por meio de radicais hidroxila (·OH) que possuem alto poder oxidativo. Os radicais hidroxilas, por sua vez, podem ser obtidos pela associação de diversos reagentes e radiação ultravioleta (UV).

O início do tratamento de esgoto na ETE é chamado de **tratamento preliminar**, análogo ao peneiramento utilizado nas ETAs. Nessa fase o esgoto passa por grades em que são retidos os sólidos grosseiros, como corpos flutuantes (por exemplo, sacolas e embalagens plásticas), partículas discretas e sólidos sedimentáveis inorgânicos. Grande parte da areia presente no esgoto fica retido na caixa de areia.

O efluente segue para o **tratamento primário**, cujo objetivo é a remoção das partículas sólidas que não foram eliminadas no tratamento preliminar e os materiais insolúveis como óleos e gorduras que ainda permaneceram. O esgoto é introduzido em decantadores e, por ação da gravidade, grande parte dessas partículas (cascalho, areia, partículas de argila) sedimentam. Os óleos e gorduras não sedimentam por serem menos densos e ficam na superfície, mas são separados por processos mecânicos. Algumas ETEs realizam o processo de coagulação antes da decantação para otimizar a remoção das partículas em suspensão.

Os tratamentos **preliminar** e **primário** são bastante comuns na maioria das ETEs. Em ambos as substâncias não são efetivamente degradadas ou eliminadas, são apenas transferidas de uma fase para outra, diminuindo o volume do efluente drasticamente. As substâncias serão efetivamente degradadas a partir da próxima etapa, o tratamento secundário.

O **tratamento secundário**, etapa subsequente, objetiva a remoção de matéria orgânica em suspensão e solúvel. É um processo biológico no qual participam microrganismos (bactérias, fungos e outros) que oxidam (degradam) a matéria orgânica presente no esgoto. Esse processo biológico pode ser aeróbio ou anaeróbio:

Aeróbio: processo no qual o oxigênio utilizado na oxidação é retirado do ar (oxigênio na forma livre) por bactérias cujo o tipo é sugestivo: bactérias aeróbias.

Anaeróbio: o oxigênio necessário é retirado das próprias substâncias presentes no meio (oxigênio ligado) por bactérias classificadas como anaeróbias.

Vale lembrar que existem muitas tecnologias empregadas no tratamento secundário, como as lagoas de estabilização, sistema de lodo ativado, entre outras.

Já o **tratamento terciário** não é tão comumente utilizado devido aos custos de implantação e operação. Trata-se de um conjunto de tratamento físicos e químicos para remoção de poluentes específicos que continuaram no efluente mesmo depois do tratamento secundário. Tem como principal objetivo a remoção de nutrientes, organismos patogênicos, compostos não biodegradáveis, metais tóxicos, sólidos inorgânicos dissolvidos e sólidos em suspensão remanescentes.

Adaptado de site.sabesp.com.br (2019)

Estação de Tratamento de Esgotos.

Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos

Agora que você conhece os processos de tratamento de água para abastecimento e de tratamento de esgotos, imagino que esteja se questionando como os técnicos envolvidos nesses tratamentos sabem que esses processos estão sendo eficientes, não é mesmo? Bem, existem uma série de legislações que trazem quais são as características que cada uma dessas águas (de abastecimento, de efluente, etc) deve ter. Essas características são os **parâmetros físicos**, **químicos** e **biológicos**. Não vou me estender muito nessa parte, mas vou apresentar alguns deles que são mais importantes e que, por isso, podem aparecer em prova.

Parâmetros Físicos

São apresentados na tabela abaixo alguns dos parâmetros físicos de qualidade da água.

Parâmetro	Características
Turbidez	É uma medida indireta da quantidade de sólidos suspensos (não dissolvidos) na água. Turbidez elevada confere um aspecto turvo à água e muitos microrganismos "podem se esconder" nessas partículas suspensas. Em águas de abastecimento, busca-se remover ao máximo a turbidez.
Cor	É uma medida indireta dos sólidos dissolvidos. É um parâmetro muito ligado ao aspecto estético da água.
Temperatura	Influencia nas taxas das reações químicas e biológicas e na solubilidade dos gases, inclusive o oxigênio dissolvido que é importante para a vida aquática.

Parâmetros Químicos

São muitos os parâmetros químicos de qualidade da água, mas vamos nos ater aos mais importantes ou, pelo menos, mais populares em provas.

Parâmetro	Características
pH	Indica o grau de acidez ou alcalinidade da água. Na ETA influencia na reação do coagulante com a água bruta e na eficiência da desinfecção com cloro. Na ETE afeta a taxa de crescimento dos microrganismos.
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	É a quantidade de oxigênio em mg/L necessária para oxidar a matéria orgânica por meio de reações bioquímicas com a ajuda de microrganismos, principalmente bactérias. É um parâmetro muito usado para avaliar a eficiência das ETEs, pois, ao final do tratamento, o efluente deve apresentar baixa EDBO. Quanto maior o grau de poluição, maior será a DBO.
Dureza	Uma água dura apresenta altas concentrações dos cátions cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}). Água com elevada dureza pode causar incrustações nas tubulações e pode manchar as roupas durante a lavagem caso seja usado sabões.
Nitrogênio e Fósforo	O nitrogênio e o fósforo são nutrientes que servem de alimento para as algas. Um dos objetivos do tratamento na ETE é a remoção desses dois nutrientes, pois, se aumentando a oferta de alimentos para as algas, consequentemente haverá um aumento na quantidade delas e ocorrerá o processo de eutrofização.
Cloro residual livre	A legislação brasileira exige que no tratamento de água para abastecimento seja deixado na água um teor de cloro residual livre. A finalidade disso é que a água continue protegida de microrganismos no caminho que vai da saída da ETA até a torneira da sua casa.

Parâmetros Biológicos

As características biológicas da água são determinadas por exames bacteriológicos e hidrobiológicos. Nesses exames, busca-se identificar e quantificar as espécies presentes na água. Normalmente encontra-se algas, protozoários, bactérias, rotíferos, crustáceos, vermes e larvas de insetos.

Os coliformes totais e fecais dão uma indicação satisfatória de quando uma água apresenta contaminação por fezes humanas ou de animais e, logo, a sua potencialidade para transmitir doenças. A *Escherichia coli*

(bactéria do grupo coliforme) é de relevante importância para a avaliação da eficiência dos processos de tratamento de esgoto e de água.

(MEC - 2011 - PPL) Para ser considerada potável, é preciso que a água esteja isenta de elementos nocivos à saúde, de substâncias tóxicas e de organismos patogênicos. Entre os muitos testes feitos pelas empresas de saneamento, estão o da dosagem de cloro residual, cuja finalidade é assegurar que a água liberada para o consumo não tenha excesso de cloro, que pode deixar um gosto característico na água; a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que expressa o teor de oxigênio presente na água, fator importante para identificar o grau de poluição das águas; o de coliformes fecais, que identifica a existência de bactérias encontradas nas fezes humanas na amostra de água, e o de pH, cuja função é avaliar se a amostra de água está dentro dos padrões de acidez estabelecidos para o consumo.

BRANCO, S. M. Água, origem, uso e preservação. São Paulo: Moderna, 2001 (adaptado).

Entre os testes descritos, os mais importantes para garantir a saúde do consumidor e a manutenção da vida aquática são, respectivamente, os de

A) DBO e pH.

B) pH e cloro residual.

C) cloro residual e DBO.

D) coliformes fecais e DBO.

E) cloro residual e coliformes fecais.

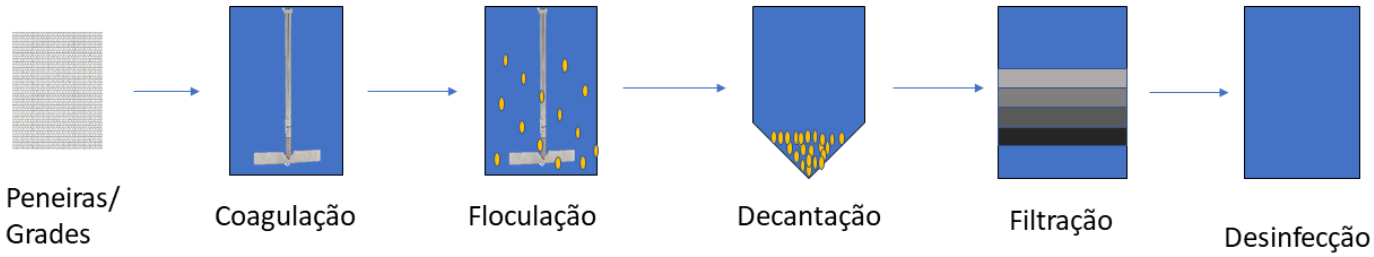
Comentários:

Perceba que os conceitos apresentados no enunciado lhe ajudam a responder à questão, o que é uma característica da prova do MEC. A pergunta é bem específica, primeiro deseja-se o parâmetro mais importante para garantir a saúde do consumidor. Como vimos, o parâmetro “coliformes fecais” identifica a existência de bactérias encontradas nas fezes humanas na amostra de água, dando uma indicação da sua potencialidade para transmitir doenças.

Depois deseja-se saber qual parâmetro é o mais importante para a manutenção da vida aquática. O oxigênio dissolvido é primordial para a manutenção da vida aquática e, conforme o próprio enunciado, a DBO expressa o teor de oxigênio presente na água, logo é esse o parâmetro mais importante.

Resposta: letra D

PRINCIPAIS PONTOS DO TÓPICO



Estação de Tratamento de Esgotos (ETEs)

Tratamento de efluentes domésticos e industriais.

Tratamento biológico: bactérias presentes no esgoto são as responsáveis por realizar a biodegradação da matéria orgânica.

Esgoto industrial: analisar os componentes desse esgoto para escolher a melhor forma de tratamento que pode ir desde o tratamento biológico a um processo oxidativo avançado.

Tratamento preliminar: o esgoto passa por grades em que são retidos os sólidos grosseiros, como corpos flutuantes, partículas discretas e sólidos sedimentáveis inorgânicos. Grande parte da areia presente no esgoto fica retido na caixa de areia.

Tratamento primário: remoção das partículas sólidas que não foram eliminadas no tratamento preliminar e os materiais insolúveis como óleos e gorduras que ainda permaneceram. O esgoto é introduzido em decantadores e por ação da gravidade grande parte dessas partículas sedimentam. Os óleos e gorduras não sedimentam por serem menos densos e ficam na superfície,

Apenas transferência de fases

Tratamento secundário: remoção de matéria orgânica em suspensão e solúvel. É um processo biológico no qual participam microrganismos (bactérias, fungos e outros) que oxidam a matéria

Tratamento terciário: não é tão comumente utilizado devido aos custos de implantação e operação. Trata-se de um conjunto de tratamento físicos e químicos para remoção de poluentes específicos que continuaram no efluente mesmo depois do

Alguns parâmetros físicos de qualidade da água.

Parâmetro	Características
Turbidez	É uma medida indireta da quantidade de sólidos suspensos na água. Elevando turbidez confere um aspecto turvo a água e muitos microrganismos "podem se esconder" nas partículas suspensas. Nas águas de abastecimento busca-se remover ao máximo a turbidez.
Cor	É uma medida indireta dos sólidos dissolvidos. É um parâmetro muito ligado ao aspecto estético da água.
Temperatura	Influência nas taxas das reações químicas e biológicas e na solubilidade dos gases, inclusive o oxigênio dissolvido que é importante para a vida aquática.

Alguns parâmetros químicos de qualidade da água

Parâmetro	Características
pH	Indica o grau de acidez ou alcalinidade da água. Na ETA influencia na reação do coagulante com a água bruta e na eficiência da desinfecção com cloro. Na ETE afeta a taxa de crescimento dos microrganismos.
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	É a quantidade de oxigênio em mg/L necessária para oxidar a matéria orgânica através de reações bioquímicas com a ajuda de microrganismos, principalmente bactérias. É um parâmetro muito usado para avaliar a eficiência das ETEs. Quanto maior o grau de poluição, maior será a DBO.
Dureza	Uma água dura apresenta alta concentração dos cátions cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}). O problema da dureza é que ela causa incrustações nas tubulações.
Nitrogênio e Fósforo	O nitrogênio e o fósforo são nutrientes que servem de alimento para as algas. Um dos objetivos do tratamento na ETE é a remoção desses dois nutrientes, pois se aumentando a oferta de alimentos para as algas consequentemente haverá um aumento na quantidade delas e ocorrerá o processo de eutrofização.
Cloro residual livre	A legislação brasileira exige que no tratamento de água para abastecimento seja deixado na água um teor de cloro residual livre. A finalidade disso é que a água continue protegida de microrganismos no caminho que vai da saída da ETA até a torneira da sua casa.

Características biológicas

São determinadas por exames bacteriológicos e hidrobiológicos. Nesses exames, busca-se identificar e quantificar as espécies presentes na água.

Os coliformes totais e fecais dão uma indicação satisfatória de quando uma água apresenta contaminação por fezes humanas ou de animais e, logo, a sua potencialidade para transmitir doenças. A *Escherichia coli* (bactéria do grupo coliforme) é de relevante importância para a avaliação da eficiência dos processos de tratamento de esgoto e de água.

QUESTÕES COMENTADAS - MULTIBANCAS

Noções sobre poluição, tratamento de água e de esgoto

1. (COMPEC UFAM - Técnico - UFAM - 2021) Combine a atividade dada na 1ª coluna com o tipo de poluição (efeito) criado por ela dada na 2ª coluna:

(1) Liberação de gases para a atmosfera, após a queima de resíduos contendo enxofre.

(2) Uso de carbamatos como pesticidas.

(3) Uso de detergentes sintéticos para lavar roupas.

(4) Liberação na atmosfera de gases produzidos por automóveis e fábricas.

(5) Uso de compostos de clorofluorocarbono para limpar peças de computador.

( ) Poluição da água.

( ) Poluição fotoquímica, danos à vida vegetal, corrosão de material de construção, problemas respiratórios, poluição da água.

( ) Prejuízos à camada de ozônio.

( ) Possibilidade de doenças nervosas em humanos.

( ) Poluição atmosférica clássica, chuva ácida, problemas respiratórios, danos a edifícios, corrosão de metais.

Assinale a alternativa CORRETA na ordem da combinação entre atividade e efeito:

a) 2 – 5 – 3 – 4 – 1

b) 2 – 5 – 4 – 1 – 3

c) 3 – 1 – 5 – 4 – 2

d) 3 – 4 – 5 – 2 – 1

e) 3 – 5 – 4 – 1 – 2

Comentários:

Relaciono abaixo os principais termos-chave importantes para fazer a correta associação entre os conceitos.

(3) Poluição da **água**: Uso de **detergentes** sintéticos para lavar roupas.

(4) Poluição **fotoquímica**, danos à vida vegetal, corrosão de material de construção, problemas respiratórios, poluição da água: Liberação na atmosfera de gases produzidos por **automóveis** e fábricas. *Importante lembrar que a poluição fotoquímica inclui o smog fotoquímico, que é causado pelos gases liberados na combustão de automóveis.*

(5) Prejuízos à **camada de ozônio**: Uso de compostos de **clorofluorocarbono** para limpar peças de computador.

(2) Possibilidade de **doenças nervosas** em humanos: Uso de **carbamatos** como pesticidas.

(1) Poluição atmosférica **clássica**, chuva ácida, problemas respiratórios, danos a edifícios, corrosão de metais: Liberação de gases para a atmosfera, após a queima de **resíduos contendo enxofre**.

Resposta: letra D

2. (IBADE - Professor - Pref. Linhares - 2020) O óleo e o carvão são combustíveis fósseis que contêm grandes quantidades de enxofre em sua composição, sendo responsáveis por uma grande parcela da emissão de SO_2 para a atmosfera. No Brasil, tem-se investido muito na purificação do diesel, a fim de diminuir drasticamente as impurezas que contém enxofre.

A preocupação com a redução de emissões de SO_2 justifica-se, já que esse gás está relacionado, indiretamente:

a) ao aumento da incidência de radiação U.V. sobre a superfície terrestre, causando aumento de casos de câncer de pele.

b) às mudanças climáticas que levam ao derretimento das geleiras no regime de chuvas.

c) à corrosão de monumentos históricos feitos de mármores e estruturas de pontes e viadutos.

d) ao aumento da demanda bioquímica de oxigênio (D.B.O) em lagos e rios e a eutrofização desses ambientes.

e) à redução da entrada de luz em corpos d´água e consequente redução da produtividade primária.

Comentários:

Os poluentes contendo óxidos de nitrogênio e enxofre são derivados principalmente da queima de combustíveis fósseis, especialmente o carvão. Eles geram o problema da chuva ácida e são responsáveis por doenças respiratórias, especialmente em crianças. A chuva ácida provoca a corrosão de monumentos históricos feitos de mármores e estruturas de pontes e viadutos. Em relação às outras alternativas, temos que o aumento da incidência de radiação U.V sobre a superfície terrestre deve-se a

decomposição da camada de ozônio provocada não só pelos óxidos de nitrogênio, mas também pelos clorofluorcarbonetos (CFCs). Por outro lado, as mudanças climáticas que levam ao derretimento das geleiras no regime de chuvas, decorrem do aumento da concentração de gases do efeito estufa, dentre eles podemos citar CO_2, vapor de água, CO, NO,NO_2, O_3, HFC, CFC e CH_4.

Resposta: letra C

3. (IDCAP - Técnico/Químico - SAAE Ibiraçu - 2020) Sobre os processos de tratamento de água e esgoto, marque Verdadeiro (V) ou Falso (F) nos itens abaixo:

(__) A etapa de decantação ocorre por ação da gravidade. Os flocos formados com as impurezas se depositam e ficam sedimentados no fundo de tanques, chamados de decantadores, separando assim as impurezas inicialmente presentes na água.

(__) A desinfecção química da água não deve ser realizada em nenhuma etapa do tratamento, pois a adição de componentes químicos pode inviabilizar o consumo humano.

(__)A coagulação tem por objetivo transformar as impurezas que se encontram em suspensão fina, estado coloidal e dissolvidas, em partículas que possam ser removidas pela decantação (sedimentação) e filtração.

A sequência correta é:

a) V, F, V.

b) V, V, V.

c) V, F, F.

d) F, V, F.

e) F, V, V.

Comentários:

Afirmativa I: correta. A etapa de decantação ocorre por ação da gravidade. Os flocos formados com as impurezas se depositam e ficam sedimentados no fundo de tanques, chamados de decantadores, separando assim as impurezas inicialmente presentes na água.

Afirmativa II: incorreta. A desinfecção é uma etapa de grande importância no tratamento da água.

Desinfecção: *a desinfecção é realizada com a adição de agentes desinfetantes à água. Podemos citar como exemplo o ozônio (O_3), o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), o permanganato de potássio ($KMnO_4$) dentre outros, mas o mais amplamente empregado são os desinfetantes a base de cloro: cloro líquido ou gasoso, hipoclorito de sódio ($NaC\ell O$), hipoclorito de cálcio [$(Ca(C\ell O)_2$] e dióxido de cloro ($C\ell O_2$). O cloro é tão*

*comumente empregado nessa etapa que muitos a chamam de **cloração**. O emprego do cloro se dá pelo baixo custo. É uma etapa importante para eliminar a maior parte dos microrganismos patogênicos presentes na água. Quando o cloro é adicionado a água, as seguintes reações podem ocorrer:*

$$C\ell_2 + H_2O \rightarrow HC\ell O + H^+ + C\ell^-$$

$$HC\ell O \rightarrow C\ell O^- \quad H^+$$

Afirmativa I: correta*. A afirmativa foi considerada correta pela banca examinadora, entretanto precisamos ter em mente a diferença entre os termos *soluto* e *coloide*. Primeiramente, os dois tipos de espécies possuem **diâmetros diferentes**, uma espécie coloidal possui diâmetro de 1 a 1000 nm, já uma espécie dissolvida apresenta diâmetro menor do que 1 nanômetro. Portanto, a rigor, não podemos falar que uma partícula coloidal está dissolvida, essa afirmação é conceitualmente errada. Além disso, a etapa da coagulação visa desestabilizar as **partículas coloidais e suspensas** presentes na água, através da ação de um coagulante, usualmente um sal de ferro ou alumínio. Nada se menciona na literatura sobre a remoção de espécies dissolvidas nessa etapa. Sendo assim, a banca considerou a afirmativa como *verdadeira*, mas seria passível de recurso, pelos motivos supracitados.

Resposta: letra A

4. (FUNDEP - Engenheiro/Química - DMAE Uberlândia - 2020) Considere as seguintes afirmativas sobre o tema poluição das águas e assinale com V as verdadeiras e com F as falsas.

( ) Entende-se por poluição da água a alteração de suas características por quaisquer ações ou interferências, sejam elas naturais ou antrópicas, sendo que essas alterações podem produzir impactos estéticos, fisiológicos ou ecológicos.

( ) Entre os principais poluentes aquáticos citam-se: poluentes orgânicos biodegradáveis; sólidos em suspensão; poluentes orgânicos recalcitrantes ou refratários; metais; nutrientes e organismos patogênicos.

( ) A poluição das águas pode ser causada por matéria ou energia, sendo exemplos de poluentes recalcitrantes: agrotóxicos, detergentes sintéticos e petróleo.

( ) Devido aos efeitos observáveis de maneira quase que imediata nos corpos de água receptores, comumente são priorizadas as alternativas tecnológicas para remoção da matéria orgânica na forma de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO), dos sólidos suspensos e dos macronutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P).

Assinale a sequência correta.

a) V V V V

b) F V F V

c) V F V F

d) F F F F

Comentários:

Todas as afirmativas apresentam conceitos e exemplos corretos a respeito da poluição de águas.

Resposta: letra A

5. (MEC - 2011) Belém é cercada por 39 ilhas, e suas populações convivem com ameaças de doenças. O motivo, apontado por especialistas, é a poluição da água do rio, principal fonte de sobrevivência dos ribeirinhos. A diarreia é frequente nas crianças e ocorre como consequência da falta de saneamento básico, já que a população não tem acesso à água de boa qualidade. Como não há água potável, a alternativa é consumir a do rio.

O procedimento adequado para tratar a água dos rios, afim de atenuar os problemas de saúde causados por microrganismos a essas populações ribeirinhas é a

A) filtração.

B) cloração.

C) coagulação.

D) fluoretação.

E) decantação.

Comentários:

A etapa do tratamento de água responsável por eliminar microrganismos patogênicos é a desinfecção. Como no Brasil é muito empregado o cloro como agente desinfetante, essa etapa também é conhecida como cloração.

Resposta: letra B

6. (MEC - 2011 - PPL) O problema da poluição da água afeta muito a qualidade de vida de uma cidade, trazendo prejuízos de ordem social e econômica. A seguir, são apresentados dois processos que têm como intuito a despoluição de águas.

PROCESSO 1 – Tratamento de esgotos: O processo é estritamente biológico e aeróbio, no qual o esgoto bruto da cidade e o lodo ativado são misturados, agitados e aerados em unidades conhecidas como tanques de aeração. Após este procedimento, o lodo é enviado para o decantador secundário, onde a parte sólida vai para o fundo e a parte líquida já está sem 90% das impurezas.

SABESP. Tratamento de esgotos. Disponível em: http://site.sabesp.com.br. Acesso em: 30 abr. 2010 (adaptado).

PROCESSO 2 – Tratamento de rios: O processo começa com a remoção mecânica dos resíduos sólidos carregados pelo rio e são adicionados os agentes coagulantes que agregam a sujeira. Após essa etapa, é realizada a microaeração, permitindo a flotação ou elevação dos flocos acima da superfície da água, facilitando sua remoção. Dependendo do uso a ser dado à água, ocorre a desinfecção do efluente.

Sampa Online. Como Funciona o Sistema de Flotação e Remoção de Flutuantes para melhoria das águas do Rio Pinheiros. Disponível em: http://www.sampaonline.com.br. Acesso em: 29 abr. 2010 (adaptado).

Visando à manutenção da qualidade ambiental de um determinado corpo hídrico, o processo mais indicado para atender a esse objetivo é o

A) 2, dada a complexidade dos poluentes nos rios, pois consegue remover qualquer fonte poluidora.

B) 1, pois, apesar de ser complexo, tratar o esgoto antes de chegar ao rio impede novas cargas de dejetos.

C) 2, porque o rio poluído é tratado no seu próprio leito e, se o esgoto for despejado nele, não causará problemas.

D) 1, pois tratar o esgoto residencial recupera a qualidade da água, podendo servir para o abastecimento residencial.

E) 1, por ser menos complexo, de fácil implantação e de menor custo, pois basta direcionar a rede de esgoto para a estação de tratamento.

Comentários:

Você se lembra da expressão "é melhor prevenir do que remediar"? É nesse sentido que encontraremos a resposta. Ao se tratar o esgoto antes do seu lançamento no corpo receptor, evita-se que nossos rios e lagos sejam contaminados.

Resposta: letra B

7. (MEC - 2009 - PPL) 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 adsorvente de benzeno.

Disponível em: http://www.jbonline.terra.com.br. Acesso em: 25 jun. 2008 (adaptado).

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 ficará restrita ao rio Songhua.

Comentários:

Letra A: incorreta. Conforme mencionado no enunciado, não há reação entre o carvão mineral e o benzeno, mas sim adsorção do benzeno no carvão.

Letra B: correta. Mesmo que você não soubesse que o benzeno apresenta temperatura de ebulição menor que a da água, seria possível marcar o gabarito, pois no enunciado consta que foi pedido a população que fervesse a água.

Letra C: incorreta. Orienta-se não consumir os peixes porque eles podem ter sido contaminados por benzeno e, ao consumi-los, também pode se contaminar.

Letra D: incorreta. O benzeno está dissolvido na água, logo não se decantaria naturalmente no fundo do rio.

Letra E: incorreta. De acordo com o enunciado, o rio Songhua é afluente do rio Amur. Sendo assim, a contaminação da água do Songhua chegará ao rio Amur.

Resposta: letra B

QUESTÕES COMENTADAS - MULTIBANCAS

Noções sobre poluição, tratamento de água e de esgoto

1. (COMPEC UFAM - Técnico - UFAM - 2021) Combine a atividade dada na 1ª coluna com o tipo de poluição (efeito) criado por ela dada na 2ª coluna:

(1) Liberação de gases para a atmosfera, após a queima de resíduos contendo enxofre.

(2) Uso de carbamatos como pesticidas.

(3) Uso de detergentes sintéticos para lavar roupas.

(4) Liberação na atmosfera de gases produzidos por automóveis e fábricas.

(5) Uso de compostos de clorofluorocarbono para limpar peças de computador.

( ) Poluição da água.

( ) Poluição fotoquímica, danos à vida vegetal, corrosão de material de construção, problemas respiratórios, poluição da água.

( ) Prejuízos à camada de ozônio.

( ) Possibilidade de doenças nervosas em humanos.

( ) Poluição atmosférica clássica, chuva ácida, problemas respiratórios, danos a edifícios, corrosão de metais.

Assinale a alternativa CORRETA na ordem da combinação entre atividade e efeito:

a) 2 – 5 – 3 – 4 – 1

b) 2 – 5 – 4 – 1 – 3

c) 3 – 1 – 5 – 4 – 2

d) 3 – 4 – 5 – 2 – 1

e) 3 – 5 – 4 – 1 – 2

Comentários:

Relaciono abaixo os principais termos-chave importantes para fazer a correta associação entre os conceitos.

(3) Poluição da **água**: Uso de **detergentes** sintéticos para lavar roupas.

(4) Poluição **fotoquímica**, danos à vida vegetal, corrosão de material de construção, problemas respiratórios, poluição da água: Liberação na atmosfera de gases produzidos por **automóveis** e fábricas. *Importante lembrar que a poluição fotoquímica inclui o smog fotoquímico, que é causado pelos gases liberados na combustão de automóveis.*

(5) Prejuízos à **camada de ozônio**: Uso de compostos de **clorofluorocarbono** para limpar peças de computador.

(2) Possibilidade de **doenças nervosas** em humanos: Uso de **carbamatos** como pesticidas.

(1) Poluição atmosférica **clássica**, chuva ácida, problemas respiratórios, danos a edifícios, corrosão de metais: Liberação de gases para a atmosfera, após a queima de **resíduos contendo enxofre**.

Resposta: letra D

2. (IBADE - Professor - Pref. Linhares - 2020) O óleo e o carvão são combustíveis fósseis que contêm grandes quantidades de enxofre em sua composição, sendo responsáveis por uma grande parcela da emissão de SO_2 para a atmosfera. No Brasil, tem-se investido muito na purificação do diesel, a fim de diminuir drasticamente as impurezas que contém enxofre.

A preocupação com a redução de emissões de SO_2 justifica-se, já que esse gás está relacionado, indiretamente:

a) ao aumento da incidência de radiação U.V. sobre a superfície terrestre, causando aumento de casos de câncer de pele.

b) às mudanças climáticas que levam ao derretimento das geleiras no regime de chuvas.

c) à corrosão de monumentos históricos feitos de mármores e estruturas de pontes e viadutos.

d) ao aumento da demanda bioquímica de oxigênio (D.B.O) em lagos e rios e a eutrofização desses ambientes.

e) à redução da entrada de luz em corpos d´água e consequente redução da produtividade primária.

Comentários:

Os poluentes contendo óxidos de nitrogênio e enxofre são derivados principalmente da queima de combustíveis fósseis, especialmente o carvão. Eles geram o problema da chuva ácida e são responsáveis por doenças respiratórias, especialmente em crianças. A chuva ácida provoca a corrosão de monumentos históricos feitos de mármores e estruturas de pontes e viadutos. Em relação às outras alternativas, temos que o aumento da incidência de radiação U.V sobre a superfície terrestre deve-se a

decomposição da camada de ozônio provocada não só pelos óxidos de nitrogênio, mas também pelos clorofluorcarbonetos (CFCs). Por outro lado, as mudanças climáticas que levam ao derretimento das geleiras no regime de chuvas, decorrem do aumento da concentração de gases do efeito estufa, dentre eles podemos citar CO_2, vapor de água, CO, NO,NO_2, O_3, HFC, CFC e CH_4.

Resposta: letra C

3. (IDCAP - Técnico/Químico - SAAE Ibiraçu - 2020) Sobre os processos de tratamento de água e esgoto, marque Verdadeiro (V) ou Falso (F) nos itens abaixo:

(__) A etapa de decantação ocorre por ação da gravidade. Os flocos formados com as impurezas se depositam e ficam sedimentados no fundo de tanques, chamados de decantadores, separando assim as impurezas inicialmente presentes na água.

(__) A desinfecção química da água não deve ser realizada em nenhuma etapa do tratamento, pois a adição de componentes químicos pode inviabilizar o consumo humano.

(__)A coagulação tem por objetivo transformar as impurezas que se encontram em suspensão fina, estado coloidal e dissolvidas, em partículas que possam ser removidas pela decantação (sedimentação) e filtração.

A sequência correta é:

a) V, F, V.

b) V, V, V.

c) V, F, F.

d) F, V, F.

e) F, V, V.

Comentários:

Afirmativa I: correta. A etapa de decantação ocorre por ação da gravidade. Os flocos formados com as impurezas se depositam e ficam sedimentados no fundo de tanques, chamados de decantadores, separando assim as impurezas inicialmente presentes na água.

Afirmativa II: incorreta. A desinfecção é uma etapa de grande importância no tratamento da água.

Desinfecção: *a desinfecção é realizada com a adição de agentes desinfetantes à água. Podemos citar como exemplo o ozônio (O_3), o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), o permanganato de potássio ($KMnO_4$) dentre outros, mas o mais amplamente empregado são os desinfetantes a base de cloro: cloro líquido ou gasoso, hipoclorito de sódio ($NaC\ell O$), hipoclorito de cálcio [$(Ca(C\ell O)_2$] e dióxido de cloro ($C\ell O_2$). O cloro é tão*

*comumente empregado nessa etapa que muitos a chamam de **cloração**. O emprego do cloro se dá pelo baixo custo. É uma etapa importante para eliminar a maior parte dos microrganismos patogênicos presentes na água. Quando o cloro é adicionado a água, as seguintes reações podem ocorrer:*

$$C\ell_2 + H_2O \rightarrow HC\ell O + H^+ + C\ell^-$$

$$HC\ell O \rightarrow C\ell O^- \quad H^+$$

Afirmativa I: correta*. A afirmativa foi considerada correta pela banca examinadora, entretanto precisamos ter em mente a diferença entre os termos *soluto* e *coloide*. Primeiramente, os dois tipos de espécies possuem **diâmetros diferentes**, uma espécie coloidal possui diâmetro de 1 a 1000 nm, já uma espécie dissolvida apresenta diâmetro menor do que 1 nanômetro. Portanto, a rigor, não podemos falar que uma partícula coloidal está dissolvida, essa afirmação é conceitualmente errada. Além disso, a etapa da coagulação visa desestabilizar as **partículas coloidais e suspensas** presentes na água, através da ação de um coagulante, usualmente um sal de ferro ou alumínio. Nada se menciona na literatura sobre a remoção de espécies dissolvidas nessa etapa. Sendo assim, a banca considerou a afirmativa como *verdadeira*, mas seria passível de recurso, pelos motivos supracitados.

Resposta: letra A

4. (FUNDEP - Engenheiro/Química - DMAE Uberlândia - 2020) Considere as seguintes afirmativas sobre o tema poluição das águas e assinale com V as verdadeiras e com F as falsas.

( ) Entende-se por poluição da água a alteração de suas características por quaisquer ações ou interferências, sejam elas naturais ou antrópicas, sendo que essas alterações podem produzir impactos estéticos, fisiológicos ou ecológicos.

( ) Entre os principais poluentes aquáticos citam-se: poluentes orgânicos biodegradáveis; sólidos em suspensão; poluentes orgânicos recalcitrantes ou refratários; metais; nutrientes e organismos patogênicos.

( ) A poluição das águas pode ser causada por matéria ou energia, sendo exemplos de poluentes recalcitrantes: agrotóxicos, detergentes sintéticos e petróleo.

( ) Devido aos efeitos observáveis de maneira quase que imediata nos corpos de água receptores, comumente são priorizadas as alternativas tecnológicas para remoção da matéria orgânica na forma de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO), dos sólidos suspensos e dos macronutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P).

Assinale a sequência correta.

a) V V V V

b) F V F V

c) V F V F

d) F F F F

Comentários:

Todas as afirmativas apresentam conceitos e exemplos corretos a respeito da poluição de águas.

Resposta: letra A

5. (MEC - 2011) Belém é cercada por 39 ilhas, e suas populações convivem com ameaças de doenças. O motivo, apontado por especialistas, é a poluição da água do rio, principal fonte de sobrevivência dos ribeirinhos. A diarreia é frequente nas crianças e ocorre como consequência da falta de saneamento básico, já que a população não tem acesso à água de boa qualidade. Como não há água potável, a alternativa é consumir a do rio.

O procedimento adequado para tratar a água dos rios, afim de atenuar os problemas de saúde causados por microrganismos a essas populações ribeirinhas é a

A) filtração.

B) cloração.

C) coagulação.

D) fluoretação.

E) decantação.

Comentários:

A etapa do tratamento de água responsável por eliminar microrganismos patogênicos é a desinfecção. Como no Brasil é muito empregado o cloro como agente desinfetante, essa etapa também é conhecida como cloração.

Resposta: letra B

6. (MEC - 2011 - PPL) O problema da poluição da água afeta muito a qualidade de vida de uma cidade, trazendo prejuízos de ordem social e econômica. A seguir, são apresentados dois processos que têm como intuito a despoluição de águas.

PROCESSO 1 – Tratamento de esgotos: O processo é estritamente biológico e aeróbio, no qual o esgoto bruto da cidade e o lodo ativado são misturados, agitados e aerados em unidades conhecidas como tanques de aeração. Após este procedimento, o lodo é enviado para o decantador secundário, onde a parte sólida vai para o fundo e a parte líquida já está sem 90% das impurezas.

SABESP. Tratamento de esgotos. Disponível em: http://site.sabesp.com.br. Acesso em: 30 abr. 2010 (adaptado).

PROCESSO 2 – Tratamento de rios: O processo começa com a remoção mecânica dos resíduos sólidos carregados pelo rio e são adicionados os agentes coagulantes que agregam a sujeira. Após essa etapa, é realizada a microaeração, permitindo a flotação ou elevação dos flocos acima da superfície da água, facilitando sua remoção. Dependendo do uso a ser dado à água, ocorre a desinfecção do efluente.

Sampa Online. Como Funciona o Sistema de Flotação e Remoção de Flutuantes para melhoria das águas do Rio Pinheiros. Disponível em: http://www.sampaonline.com.br. Acesso em: 29 abr. 2010 (adaptado).

Visando à manutenção da qualidade ambiental de um determinado corpo hídrico, o processo mais indicado para atender a esse objetivo é o

A) 2, dada a complexidade dos poluentes nos rios, pois consegue remover qualquer fonte poluidora.

B) 1, pois, apesar de ser complexo, tratar o esgoto antes de chegar ao rio impede novas cargas de dejetos.

C) 2, porque o rio poluído é tratado no seu próprio leito e, se o esgoto for despejado nele, não causará problemas.

D) 1, pois tratar o esgoto residencial recupera a qualidade da água, podendo servir para o abastecimento residencial.

E) 1, por ser menos complexo, de fácil implantação e de menor custo, pois basta direcionar a rede de esgoto para a estação de tratamento.

Comentários:

Você se lembra da expressão "é melhor prevenir do que remediar"? É nesse sentido que encontraremos a resposta. Ao se tratar o esgoto antes do seu lançamento no corpo receptor, evita-se que nossos rios e lagos sejam contaminados.

Resposta: letra B

7. (MEC - 2009 - PPL) 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 adsorvente de benzeno.

Disponível em: http://www.jbonline.terra.com.br. Acesso em: 25 jun. 2008 (adaptado).

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 ficará restrita ao rio Songhua.

Comentários:

Letra A: incorreta. Conforme mencionado no enunciado, não há reação entre o carvão mineral e o benzeno, mas sim adsorção do benzeno no carvão.

Letra B: correta. Mesmo que você não soubesse que o benzeno apresenta temperatura de ebulição menor que a da água, seria possível marcar o gabarito, pois no enunciado consta que foi pedido a população que fervesse a água.

Letra C: incorreta. Orienta-se não consumir os peixes porque eles podem ter sido contaminados por benzeno e, ao consumi-los, também pode se contaminar.

Letra D: incorreta. O benzeno está dissolvido na água, logo não se decantaria naturalmente no fundo do rio.

Letra E: incorreta. De acordo com o enunciado, o rio Songhua é afluente do rio Amur. Sendo assim, a contaminação da água do Songhua chegará ao rio Amur.

Resposta: letra B

PLÁSTICO E SUSTENTABILIDADE

Já vimos em aula passada que os polímeros sintéticos são informalmente denominados plásticos. Geralmente são originados de compostos orgânicos menores e, em algum estágio de sua fabricação, são adquiridos com a presença de calor, pressão e moldes. Os objetos plásticos que você tem em casa são uma mistura de plastificantes, corantes, retardadores de chama, estabilizadores e etc.

Os plásticos demoram muito tempo para se degradar no meio ambiente. As sacolas plásticas, por exemplo, levam cerca de 300 anos, sendo resistentes a ataques químicos, radiação e microrganismos (não são biodegradáveis). Isso acontece porque suas moléculas são muito longas e formadas por ligações químicas fortes. O polietileno é formado pela repetição de grupos $–CH_2–$, em que o carbono só realiza ligações simples, ou seja, do tipo sigma que é a mais forte em compostos orgânicos.

A destinação do plástico é um sério problema ambiental, visto sua longa vida nos aterros sanitários. O descarte nos oceanos ameaça a vida marinha, pois podem ser engolidos por peixes e tartarugas. A Grande Mancha de Lixo do Pacífico, uma "ilha" de lixo localizada no Oceano Pacífico entre a costa da Califórnia e o Havaí, tem área maior que duas vezes o território da França. Imagine recolher todo esse lixo? Seria viável? A queima do material pode lançar ao ar substâncias tóxicas como o $HC\ell$, o NH_3, o HCN entre outros. Percebemos que é urgente encontrarmos e praticarmos soluções para o uso sustentável dos plásticos. Um passo muito importante é reduzir o seu consumo.

Também é importante investir em plásticos que sejam biodegradáveis. O poli(ácido lático) ou PLA é um polímero biodegradável e bioabsorvível, cuja matéria prima é o ácido lático. Atualmente existem no mercado plásticos biodegradáveis que usam o milho, a mandioca, a beterraba e a cana-de-açúcar como matérias primas para a produção do ácido lático. O problema é que esse plástico tem estrutura complexa e só biodegrada corretamente em usinas de compostagem com condições adequadas de temperatura, luz, umidade e microrganismos. Por esse motivo, muitas universidades e centros de pesquisa vêm trabalhando em busca de plásticos 100% biodegradáveis.

A reciclagem também é uma medida interessante. Os plásticos que podem ser reciclados são os **termoplásticos** (formados em um processo de aquecimento seguido de resfriamento). Porém, o número de reciclagem é limitado pois, o polímero pode sofrer degradação química, comprometendo assim suas

propriedades comerciais desejáveis. Alguns exemplos são celulose, poliamida, polietileno, policloreto de vinila, politetrafluoretileno, polipropileno, poliestireno, poliacrilonitrila.

A **reciclagem** dos **polímeros termoplásticos** pode ser:

- **Primária** que recicla apenas 5% do plástico no país, esse processo regenera um único tipo de resina, é utilizado para o reaproveitamento das aparas produzidas na própria indústria durante a fabricação de determinado produto;
- **Secundária** que consiste no processamento dos mais de 40 plásticos existentes no mercado, podendo ser misturado ou não;
- **Terciária** em que usa de processos químicos para recuperação de resinas que compõem o lixo plástico. Essa não é realizada no Brasil.

(MEC 2016 - PPL) Para o consumidor, é praticamente impossível identificar a diferença entre a sacola biodegradável e a comum, feita de polietileno - derivado do petróleo. Alguns governos municipais já exigem que os supermercados ofereçam sacolas biodegradável e a comum, feita de polietilena - derivado do petróleo. Alguns governos municipais já exigem que os supermercados ofereçam sacolas biodegradáveis em substituição às sacolas comuns.

Disponível em: http://epocanegocios.globo.com. Acesso em: 1 ago. 2012.

A atitude tomada pelos governos municipais deve-se ao(à)

A) maior resistência que os materiais biodegradáveis apresentam em relação aos comuns.

B) escassez das matérias-primas derivadas do petróleo para produção das sacolas comuns.

C) custo consideravelmente menor das sacolas biodegradáveis em relação ao das sacolas comuns.

D) maior capacidade de produção das sacolas biodegradáveis, já que as fontes podem ser renováveis.

E) rápida decomposição das sacolas biodegradáveis pela ação de bactérias, em comparação às sacolas comuns.

Comentários:

Como já informado no próprio enunciado, é praticamente impossível identificar a diferença entre a sacola comum e a biodegradável. A grande vantagem da biodegradável é que ela é decomposta pelas bactérias em um tempo muito inferior ao comparado as sacolas comuns. Isso é muito importante, já que as sacolas comuns podem levar mais de 100 anos para se decomporem, enquanto as biodegradáveis levam em torno de 2 anos.

Resposta: letra E

QUESTÕES COMENTADAS - MULTIBANCAS

Plástico e sustentabilidade

1. (INEP - ENEM/2ª Aplicação - 2014) No Brasil e no mundo têm surgido movimentos e leis para banir o uso de sacolas plásticas, em supermercados, feitas de polietileno. Obtida a partir do petróleo, a matéria-prima do polietileno é o gás etileno, que depois de polimerizado dá origem ao plástico, composto essencialmente formado pela repetição de grupos —CH_2—. O principal motivo do banimento é a poluição, pois se estima que as sacolas levam cerca de 300 anos para se degradarem no meio ambiente, sendo resistentes a ataques químicos, à radiação e a microrganismos.

O motivo pelo qual essas sacolas demoram muito tempo para se degradarem é que suas moléculas

a) apresentam muitas insaturações.

b) contêm carbono em sua composição.

c) são formadas por elementos de alta massa atômica.

d) são muito longas e formadas por ligações químicas fortes.

e) têm origem no petróleo, que é uma matéria-prima não renovável.

Comentários:

Em geral, os plásticos demoram muito tempo para se degradar no meio ambiente. As sacolas plásticas, por exemplo, levam cerca de 300 anos, sendo resistentes a ataques químicos, radiação e microrganismos (não são biodegradáveis). Isso acontece porque suas moléculas são muito longas e formadas por ligações químicas fortes. O polietileno é formado pela repetição de grupos –CH2–, em que o carbono só realiza ligações simples, ou seja, do tipo sigma que é a mais forte em compostos orgânicos.

Resposta: letra D

2. (MEC 2009 – PPL) Hoje em dia, não é raro encontrar sacolas plásticas preenchidas com apenas um ou dois produtos. E não só no supermercado: da padaria à locadora de filmes, o consumidor está sempre diante de uma sacola, mesmo que ela não seja tão necessária assim. A cada mês, cerca de 1,5 bilhão de sacolas é consumido no Brasil. Isso significa 50 milhões por dia e 18 bilhões ao ano. Não é à toa, portanto, que o uso indiscriminado de sacolas virou um dos alvos preferidos dos ambientalistas.

Revista Sustenta. São Paulo: Editora Confiança, n.° 1, out. 2008, p. 61 (adaptado).

Os ambientalistas consideram o uso excessivo de sacolas plásticas um risco ambiental, pois

A) o uso de materiais descartáveis incrementa o consumo.

B) o plástico é derivado do petróleo, recurso natural escasso.

C) as sacolas se transformam em lixo de difícil decomposição.

D) o risco de contaminação do solo e do subsolo por gases tóxicos aumenta.

E) o consumo de produtos industrializados é estimulado, em detrimento do consumo dos produtos artesanais.

Comentários:

As sacolas plásticas levam cerca de 300 anos para se degradar no meio ambiente, sendo resistentes a ataques químicos, radiação e microrganismos (não são biodegradáveis). É, portanto, um lixo de difícil decomposição.

Resposta: letra C

3. (MEC 2016 - PPL) Para o consumidor, é praticamente impossível identificar a diferença entre a sacola biodegradável e a comum, feita de polietileno - derivado do petróleo. Alguns governos municipais já exigem que os supermercados ofereçam sacolas biodegradável e a comum, feita de polietilena - derivado do petróleo. Alguns governos municipais já exigem que os supermercados ofereçam sacolas biodegradáveis em substituição às sacolas comuns.

Disponível em: http://epocanegocios.globo.com. Acesso em: 1 ago. 2012.

A atitude tomada pelos governos municipais deve-se ao(à)

A) maior resistência que os materiais biodegradáveis apresentam em relação aos comuns.

B) escassez das matérias-primas derivadas do petróleo para produção das sacolas comuns.

C) custo consideravelmente menor das sacolas biodegradáveis em relação ao das sacolas comuns.

D) maior capacidade de produção das sacolas biodegradáveis, já que as fontes podem ser renováveis.

E) rápida decomposição das sacolas biodegradáveis pela ação de bactérias, em comparação às sacolas comuns.

Comentários:

Como já informado no próprio enunciado, é praticamente impossível identificar a diferença entre a sacola comum e a biodegradável. A grande vantagem da biodegradável é que ela é decomposta pelas bactérias em um tempo muito inferior ao comparado as sacolas comuns. Isso é muito importante, já que as sacolas comuns podem levar mais de 100 anos para se decomporem, enquanto as biodegradáveis levam em torno de 2 anos.

Resposta: letra E

LISTA DE QUESTÕES - MULTIBANCAS

Plástico e sustentabilidade

1. (INEP - ENEM/2ª Aplicação - 2014) No Brasil e no mundo têm surgido movimentos e leis para banir o uso de sacolas plásticas, em supermercados, feitas de polietileno. Obtida a partir do petróleo, a matéria-prima do polietileno é o gás etileno, que depois de polimerizado dá origem ao plástico, composto essencialmente formado pela repetição de grupos —CH_2—. O principal motivo do banimento é a poluição, pois se estima que as sacolas levam cerca de 300 anos para se degradarem no meio ambiente, sendo resistentes a ataques químicos, à radiação e a microrganismos.

O motivo pelo qual essas sacolas demoram muito tempo para se degradarem é que suas moléculas

a) apresentam muitas insaturações.

b) contêm carbono em sua composição.

c) são formadas por elementos de alta massa atômica.

d) são muito longas e formadas por ligações químicas fortes.

e) têm origem no petróleo, que é uma matéria-prima não renovável.

2. (MEC 2009 – PPL) Hoje em dia, não é raro encontrar sacolas plásticas preenchidas com apenas um ou dois produtos. E não só no supermercado: da padaria à locadora de filmes, o consumidor está sempre diante de uma sacola, mesmo que ela não seja tão necessária assim. A cada mês, cerca de 1,5 bilhão de sacolas é consumido no Brasil. Isso significa 50 milhões por dia e 18 bilhões ao ano. Não é à toa, portanto, que o uso indiscriminado de sacolas virou um dos alvos preferidos dos ambientalistas.

Revista Sustenta. São Paulo: Editora Confiança, n.º 1, out. 2008, p. 61 (adaptado).

Os ambientalistas consideram o uso excessivo de sacolas plásticas um risco ambiental, pois

A) o uso de materiais descartáveis incrementa o consumo.

B) o plástico é derivado do petróleo, recurso natural escasso.

C) as sacolas se transformam em lixo de difícil decomposição.

D) o risco de contaminação do solo e do subsolo por gases tóxicos aumenta.

E) o consumo de produtos industrializados é estimulado, em detrimento do consumo dos produtos artesanais.

3. (MEC 2016 - PPL) Para o consumidor, é praticamente impossível identificar a diferença entre a sacola biodegradável e a comum, feita de polietileno - derivado do petróleo. Alguns governos municipais já exigem que os supermercados ofereçam sacolas biodegradável e a comum, feita de polietilena - derivado do petróleo. Alguns governos municipais já exigem que os supermercados ofereçam sacolas biodegradáveis em substituição às sacolas comuns.

Disponível em: http://epocanegocios.globo.com. Acesso em: 1 ago. 2012.

A atitude tomada pelos governos municipais deve-se ao(à)

A) maior resistência que os materiais biodegradáveis apresentam em relação aos comuns.

B) escassez das matérias-primas derivadas do petróleo para produção das sacolas comuns.

C) custo consideravelmente menor das sacolas biodegradáveis em relação ao das sacolas comuns.

D) maior capacidade de produção das sacolas biodegradáveis, já que as fontes podem ser renováveis.

E) rápida decomposição das sacolas biodegradáveis pela ação de bactérias, em comparação às sacolas comuns.

GABARITO

1	D
2	C
3	E

ENERGIA RENOVÁVEL E NÃO RENOVÁVEL

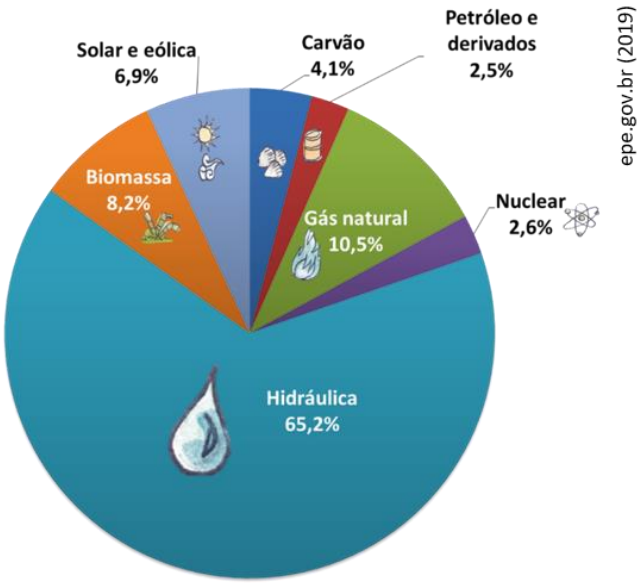
Energia renovável e não renovável

É notório que o desenvolvimento da nossa sociedade está ligado às fontes e às transformações de energia. Hoje você tem acesso a essa aula por um roteador de internet e um computador que dependem de energia elétrica, não é mesmo? As indústrias só conseguem produzir se houver fornecimento de energia. A energia movimenta as máquinas, os automóveis, os eletrodomésticos. Sem energia o mundo seria muito diferente do que é agora.

A matriz energética brasileira é formada por:

a) **fontes renováveis de energia**, que são aquelas que se regeneram com o tempo ou com a intervenção humana, como **hidrelétrica, solar, geotérmica, biomassa**, etc; e
b) **fontes não renováveis**, que são aquelas encontradas em grandes quantidades na natureza, mas que uma vez esgotadas não podem mais ser regeneradas ou levam para tanto milhões de anos sob condições específicas de temperatura e pressão, a exemplo dos **combustíveis fósseis** e a **energia nuclear**.

Como podemos ver no gráfico de pizza abaixo, a maior parte da nossa matriz elétrica é renovável devido a ampla utilização de usinas hidrelétricas, graças ao nosso potencial hídrico. Ponto positivo para nosso país.



Matriz elétrica brasileira.

Termelétricas

Nas termelétricas a energia é obtida a partir da queima de um combustível fóssil que pode ser gás natural, óleo combustível, óleo diesel, carvão mineral, ou de uma fonte renovável como o bagaço, a lenha etc. Nesse

processo a energia armazenada nas ligações químicas dessas fontes é convertida em energia elétrica. Você pode estar se perguntando: *E de que forma isso acontece?*

> A água contida em uma caldeira é aquecida pela queima do combustível utilizado. O vapor de água formado movimenta uma turbina, transformando a energia térmica (calor) em energia cinética. Por fim, um conversor converte a energia cinética em energia elétrica.

A termelétrica apresenta a vantagem de ser instalada em qualquer região e ser construída em pouco tempo. No entanto, como "nem tudo que reluz é o ouro", a queima desses combustíveis libera para a atmosfera gases poluentes e gases de efeito estufa que colaboram para a intensificação do efeito estufa e para a formação de chuva ácida.

Para se ter uma ideia do prejuízo ao meio ambiente desse tipo de obtenção de energia, estima-se que termelétricas movidas a carvão, por exemplo, são responsáveis por um terço de todas as emissões do CO_2 antropogênico. Vale explicar que esse carvão foi formado a partir de plantas antigas que foram cobertas pelas águas e não puderam ser recicladas de volta a atmosfera na forma de CO_2. Ao longo de um grande período de tempo, esse material se polimerizou tornando-se duro e rico em carbono. Também incorporou elementos de ocorrência natural durante sua formação. Por isso, quando é queimado, não somente CO_2 e H_2O são liberados, mas outras substâncias poluentes como dióxido de enxofre, fluoretos, urânio e outros metais radioativos e metais pesados como o mercúrio. Como se vê, a queima do carvão em termoelétricas é altamente nocivo para o meio ambiente e devida, por isso, ser evitada de todas as formas.

www.petrobras.com.br

Usina Termelétrica Fernando Gasparin.

Hidrelétricas

Nas hidrelétricas, a energia é produzida a partir da movimentação das águas dos rios, as quais são represadas por meio de barragens. E mais uma vez você deve estar se perguntando: *E de que forma isso acontece?*

> No momento da produção energética, a água represada em um nível mais alto é liberada para uma parte mais baixa (depois da barragem) e, nesse caminho, movimenta turbinas, convertendo energia potencial em energia mecânica. As turbinas, por sua vez, são conectadas a um conversor que transforma a energia mecânica em energia elétrica.

As usinas hidrelétricas apresentam a vantagem de usarem recurso renovável, porém, na construção de uma barragem, gera-se impactos ambientais afetando a flora e a fauna local. Além disso, estudos apontam que as hidrelétricas são emissoras de metano (CH_4), um potente gás de efeito estufa. Esse metano é gerado pela decomposição da matéria orgânica do corte das árvores (que é necessário para a construção da barragem)

e do carbono presente no solo. Ele é formado em zonas anaeróbias, como o fundo dos reservatórios, por bactérias chamadas metanogênicas.

https://www.itaipu.gov.br

Usina de Itaipu.

Energia Solar

A energia solar usa como fonte a radiação eletromagnética emitida pelo sol. Pode ser aproveitada na forma de calor, em que os raios solares atingem os painéis coletores térmicos, que são sistemas com superfície escura para melhor absorver a energia carregada pela luz solar. A energia é transferida na forma de calor e aquece a água contida em seu interior (boilers). A água aquecida pode ser utilizada nos chuveiros, torneiras, piscinas etc.

A radiação solar também pode ser aproveitada na forma de luz, gerando eletricidade diretamente. Nos painéis fotovoltaicos, a radiação solar interage com um material semicondutor, geralmente o silício. Os fótons ao entrarem em contato com os átomos de silício provocam o deslocamento dos seus elétrons e, como consequência, uma corrente elétrica é gerada. Essa corrente é usada para carregar uma bateria e essa energia armazenada pode ser utilizada quando necessária.

A radiação solar também é utilizada nas usinas heliotérmicas, onde vários espelhos refletem a luz solar cuja energia é absorvida como calor em um receptor (energia térmica). Assim como acontece nas termelétricas (aquecimento da água cujo vapor gira as turbinas), a energia térmica é convertida em mecânica e por fim em energia elétrica.

www.g1.globo.com

Painel fotovoltaico.

Energia Eólica

Nos parques eólicos vários aerogeradores, que possuem imensas hélices, são movimentados pela força dos ventos. A energia elétrica é obtida a partir da conversão da energia cinética (movimentação) das hélices. No Brasil as regiões mais propicias à instalação dos parques eólicos são a região nordeste e sul, onde há a presença dos ventos predominantes. É importante que os parques eólicos não sejam construídos em rotas de migração de aves, pois essas não enxergam as hélices, onde podem ser mortas.

http://www.osorio.rs.gov.br

Parque eólico no Rio Grande do Sul.

Energia Geotérmica

A energia geotérmica é obtida a partir do calor proveniente do interior do nosso planeta, sendo uma fonte de energia renovável. Você já deve ter ouvido falar das placas tectônicas, que são “fissuras” na crosta terrestre. O magma pode subir para a superfície chegando próximo aos limites dessas placas (por exemplo nas erupções vulcânicas). As rochas absorvem o calor do magma e aquecem as águas subterrâneas. Um duto perfurado no subsolo conduz a água quente ou o vapor de água a um gerador na superfície da terra que transforma a energia geotérmica em elétrica.

(MEC - 2013) Química Verde pode ser definida como a criação, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente. Sabe-se que algumas fontes energéticas desenvolvidas pelo homem exercem, ou têm potencial para exercer, em algum nível, impactos ambientais negativos.

CORRÊA, A. G.; ZUIN, V. G. (Orgs.). Química Verde: fundamentos e aplicações. São Carlos: EdUFSCar, 2009.

À luz da Química Verde, métodos devem ser desenvolvidos para eliminar ou reduzir a poluição do ar causada especialmente pelas

A) hidrelétricas.

B) termelétricas.

C) usinas geotérmicas.

D) fontes de energia solar.

E) fontes de energia eólica.

Comentários:

A queima de combustíveis nas termelétricas libera CO_2 para a atmosfera intensificando o efeito estufa. Além do CO_2, podem ser liberadas outras substâncias poluentes como o dióxido de enxofre e fluoretos.

Resposta: letra B

Principais Pontos do Tópico

Energia renovável e não renovável

Fontes de Energia

Renovável

se regeneram com o tempo ou com a intervenção humana, como hidrelétrica, solar, geotérmica, biomassa etc.

Não renovável

são aquelas encontradas em grandes quantidades na natureza, mas que uma vez esgotadas não podem mais ser regeneradas ou levam milhões de anos sob condições específicas de temperatura e pressão, como os combustíveis fósseis e a energia nuclear.

Termelétricas	Energia é obtida a partir da queima de um combustível fóssil que pode ser gás natural, óleo combustível, óleo diesel, carvão mineral, ou de uma fonte renovável como o bagaço, a lenha etc. A energia armazenada nas ligações químicas dessas fontes é convertida em energia elétrica. A água contida em uma caldeira é aquecida pela queima do combustível. O vapor de água formado movimenta uma turbina, transformando a energia térmica (calor) em energia cinética. Um conversor converte a energia cinética em energia elétrica. A queima desse combustível libera para a atmosfera gases poluentes e gases de efeito estufa que colaboram para a intensificação do efeito estufa e para a formação de chuva ácida.
Hidrelétricas	Produzem energia a partir da movimentação das águas dos rios. Nesse processo a água movimenta turbinas e há conversão de energia potencial em energia mecânica. As turbinas são conectadas a um conversor que converte a energia mecânica em energia elétrica. Estudos apontam que as hidrelétricas são emissoras de metano (CH_4), um potente gás de efeito estufa. Esse metano é gerado pela decomposição da matéria orgânica do corte das árvores (que é necessário para a construção da barragem) e do carbono presente no solo. Ele é formado em zonas anaeróbias, como o fundo dos reservatórios, por bactérias chamadas metanogênicas.
Energia Solar	Pode ser aproveitada na forma de calor, em que os raios solares atingem os painéis coletores térmicos. A energia é transferida na forma de calor e aquece a água contida em seu interior (boilers). A radiação solar também pode ser aproveitada na forma de luz, gerando eletricidade diretamente. Nos painéis fotovoltaicos, a radiação solar interage com um material semicondutor, geralmente o silício. Os fótons, ao entrarem em contato com os átomos de silício, provocam o deslocamento dos seus elétrons e como consequência uma corrente elétrica é gerada. Essa corrente é usada para carregar uma bateria. Também é utilizada nas usinas heliotérmicas, onde vários espelhos refletem a luz solar que é concentrada e sua energia na forma de calor é retida em um receptor (energia térmica). Assim como acontece nas termelétricas, a energia térmica é convertida em mecânica e por fim em energia elétrica.
Energia Eólica	Nos parques eólicos vários aerogeradores, que possuem imensas hélices, são movimentados pela força dos ventos. A energia elétrica é obtida a partir da conversão da energia cinética. É importante que os parques eólicos não sejam construídos em rotas de migração de aves, pois elas não enxergam as hélices.
Energia Geotérmica	Obtida a partir do calor proveniente do interior do nosso planeta, sendo uma fonte de energia renovável. As rochas absorvem o calor do magma e aquecem as águas subterrâneas. Um duto perfurado no subsolo conduz a água quente ou o vapor de água a um gerador na superfície da terra que transforma a energia geotérmica em elétrica.

QUESTÕES COMENTADAS - MULTIBANCAS

Energia renovável e não renovável

1. (CEBRASPE/CESPE - Perito Criminal/Química - PCPB - 2022) Considerando-se a 26ª Conferência das Partes sobre Mudança Climática da ONU (COP26), que resultou no documento Pacto Climático COP26 de Glasgow, julgue os itens seguintes acerca de combustíveis fósseis e mudanças climáticas.

I O carvão é considerado o maior contribuinte individual para as mudanças climáticas.

II Um dos objetivos do COP26 é a criação de fundo de energia renovável de US$ 40 bilhões até 2030.

III A Conferência determinou que se deve reduzir as emissões de gases de efeito estufa até 2030 para que a meta de 1,5 ºC possa ser mantida.

Assinale a opção correta.

a) Apenas o item II está certo.

b) Apenas o item III está certo.

c) Apenas os itens I e II estão certos.

d) Apenas os itens I e III estão certos.

e) Todos os itens estão certos.

Comentários:

A afirmativa II está incorreta porque o fundo de energia renovável que se pretende alcançar até 2030 é de **US$100 bilhões**.

Resposta: letra D

2. (CETREDE - Analista Ambiental - IMAMN - 2021) No tocante aos aspectos relacionados à Química Ambiental, analise as afirmações a seguir e marque (V) para as afirmativas VERDADEIRAS e (F) para as FALSAS.

( ) Quando se trata de sustentabilidade, nenhuma atividade parece ser menos sustentável do que a mineração.

( ) O principal motivo para limitar o uso do combustível fóssil está relacionado ao aumento do nível do aquecimento global.

( ) É consenso que os países em desenvolvimento sempre usarão mais energia coletivamente quando comparado aos desenvolvidos.

( ) Os depósitos de petróleo e gás natural são de origem marinha.

Marque a alternativa que indica a sequência CORRETA.

a) V – F – V – V.

b) F – F – V – V.

c) V – V – F – V.

d) V – F – V – F.

e) F – V – V – F.

Comentários:

Alternativa I: verdadeira. A mineração é frequentemente associada a impactos significativos no meio ambiente, como desmatamento, degradação de ecossistemas, contaminação de solos e recursos hídricos, além da geração de resíduos e emissões poluentes. Esses impactos podem tornar a mineração uma atividade pouco sustentável em muitos casos.

Alternativa II: verdadeira. O uso de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás natural, é uma das principais fontes de emissões de gases de efeito estufa, incluindo dióxido de carbono (CO_2). O aumento do nível de aquecimento global e suas consequências, como mudanças climáticas, são impulsionados principalmente pelo acúmulo desses gases na atmosfera. Portanto, limitar o uso de combustíveis fósseis é uma medida importante para mitigar o aquecimento global.

Alternativa III: falsa. Não é correto afirmar que os países em desenvolvimento sempre usarão mais energia coletivamente em comparação aos países desenvolvidos. O consumo de energia varia de acordo com diversos fatores, como tamanho da população, nível de desenvolvimento econômico, setores industriais, políticas energéticas e eficiência energética. Existem casos em que países desenvolvidos podem consumir mais energia do que países em desenvolvimento devido a diferentes demandas e padrões de consumo.

Alternativa IV: verdadeira. A maior parte dos depósitos de petróleo e gás natural tem origem marinha, sendo formados ao longo de milhões de anos a partir de matéria orgânica acumulada em sedimentos de fundo oceânico.

Resposta: letra C

3. (CEBRASPE/CESPE - Professor/Química - SEDF - 2017) Nos últimos anos, tem-se investido intensamente no aproveitamento do biogás gerado a partir da decomposição anaeróbica de resíduos orgânicos. O biogás é uma mistura constituída principalmente por $CH_4(g)$ — na faixa de 60% a 80% em quantidade de matéria — e $CO_2(g)$, além de pequenas quantidades de outros componentes. Para a maioria das aplicações, o biogás deve passar por uma etapa de purificação que visa remover contaminantes como, por exemplo, H_2S, H_2O e NH_3, além de reduzir o teor de CO_2 para algo em torno de 1% a 3% em quantidade de matéria. Após esse tratamento, o biogás costuma ser denominado biometano.

Tendo como referência essas informações, julgue o item que se segue, com relação ao biogás e seus componentes.

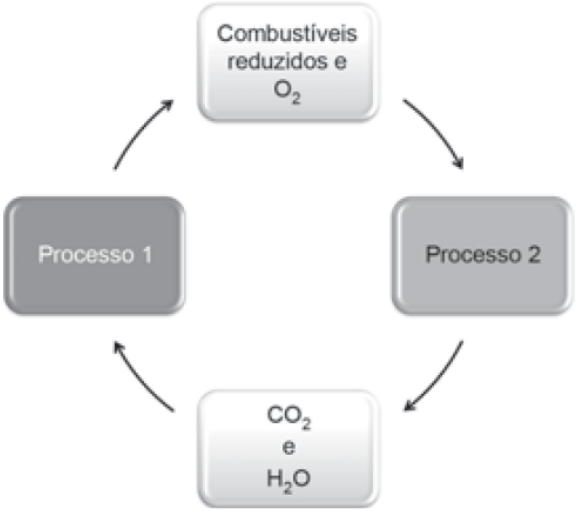
O emprego do biogás como fonte de energia é uma alternativa importante para conter a intensificação do efeito estufa, por ser uma das maneiras de se substituírem combustíveis fósseis por uma fonte de energia de caráter renovável, reduzindo-se o impacto sobre o ciclo de carbono. Seu emprego impede, ainda, que grande quantidade de CH_4, um potente gás causador de efeito estufa, seja lançada diretamente para a atmosfera.

Comentários:

Exatamente! O item explica com maestria as principais vantagens do uso de biogás como fonte de energia.

Resposta: certo

4. (MEC - 2018) As células e os organismos precisam realizar trabalho para permanecerem vivos e se reproduzirem. A energia metabólica necessária para a realização desse trabalho é oriunda da oxidação de combustíveis, gerados no ciclo do carbono, por meio de processos capazes de interconverter diferentes formas da energia.



NELSON,D. L.;COX, M.M. Lehninger: princípios de bioquímica. São Paulo: Sarvier, 2002 (adaptado).

Nesse ciclo, a formação de combustíveis está vinculada à conversão de energia

A) térmica em cinética.

B) química em térmica.

C) eletroquímica em calor.

D) cinética em eletromagnética.

E) eletromagnética em química.

Comentários:

Conforme discutimos, em organismos vivos, moléculas complexas como carboidratos, que contém energia química em suas ligações, são "quebradas" (oxidadas) e sua energia é liberada para as células realizarem suas reações metabólicas. Essa mesma informação foi fornecida pelo enunciado em "A energia metabólica necessária para a realização desse trabalho é oriunda da oxidação de combustíveis, gerados no ciclo do carbono". Como se vê, os carboidratos funcionam como os combustíveis das células e nelas eles são oxidados.

No entanto, o enunciado pergunta a conversão de energia de formação dos combustíveis no processo 1. Ou seja, processo pelo qual utiliza-se gás carbônico e água para a formação de combustível, que, nesse caso, será o carboidrato. Vimos que esse processo pode ser realizado por plantas, algas e algumas bactérias e é chamado fotossíntese, como o nome já diz, é a síntese a partir da luz [foto]. Segue abaixo a reação de formação da glicose pela fotossíntese:

$$6CO_2(g) + 6H_2O(l) + \text{luz solar} \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g)$$

Perceba que é utilizada a energia oriunda da luz solar para formação do combustível. Lembre-se que a luz pode ser entendida como uma radiação eletromagnética e, por isso, na fotossíntese temos a transformação da energia eletromagnética (luz solar) em energia química (energia armazenada nas moléculas do combustível, que, nesse caso, é o carboidrato).

Resposta: letra E

5. (MEC 2017 - 2ª APLICAÇÃO) As lâmpadas fluorescentes apresentam vantagens como maior eficiência luminosa, vida útil mais longa e redução do consumo de energia. Contudo, um dos constituintes dessas lâmpadas é o mercúrio, que apresenta sérias restrições ambientais em função de sua toxidade. Dessa forma, as lâmpadas fluorescentes devem passar por um processo prévio de descontaminação antes do descarte ou reciclagem do material. O ideal é que nesse processo se tenha o menor impacto ambiental e, se possível, o mercúrio seja recuperado e empregado em novos produtos.

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

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

A) encapsulamento, no qual as lâmpadas são trituradas por via seca ou úmida, o material resultante é encapsulado em concreto e a disposição final do resíduo é armazenada em aterros.

B) lixiviação ácida, com a dissolução dos resíduos sólidos das lâmpadas em ácido (HNO_3), seguida de filtração e neutralização da solução para recuperar os compostos de mercúrio.

C) incineração, com a oxidação das lâmpadas junto com o lixo urbano em altas temperaturas, com redução do material sólido e lançamento dos gases e vapores para a atmosfera.

D) processo térmico, no qual o resíduo é aquecido em sistema fechado para vaporizar o mercúrio e em seguida ocorre o resfriamento para condensar o vapor e obter o mercúrio elementar.

E) separação por via química, na qual as lâmpadas são trituradas em sistema fechado, em seguida aditivos químico são adicionados para a precipitação e separação do mercúrio.

Comentários:

Atenção ao enunciado, é solicitado o processo menos indicado de descontaminação do mercúrio. Vale lembrar que a grande preocupação é não liberar esse metal pesado no meio ambiente.

Letra A: incorreta. O método é adequado porque não permite a liberação de mercúrio, pois o material é encapsulado antes de ser armazenado no aterro.

Letra B: incorreta. Os compostos de mercúrio são recuperados e consequentemente não são liberados para o meio ambiente.

Letra C: correta. Esse é o método mais inadequado. A incineração libera o mercúrio gasoso para a atmosfera e como visto anteriormente a inalação desse metal causa sérios danos à saúde.

Letra D: incorreta. O processo é realizado em sistema fechado e o mercúrio é obtido na forma elementar. Não ocorre contaminação do meio ambiente.

Letra E: incorreta. Novamente o processo é realizado em sistema fechado e o mercúrio é separado dos demais componentes das lâmpadas.

Resposta: letra C

LISTA DE QUESTÕES - MULTIBANCAS

Energia renovável e não renovável

1. (CEBRASPE/CESPE - Perito Criminal/Química - PCPB - 2022) Considerando-se a 26ª Conferência das Partes sobre Mudança Climática da ONU (COP26), que resultou no documento Pacto Climático COP26 de Glasgow, julgue os itens seguintes acerca de combustíveis fósseis e mudanças climáticas.

I O carvão é considerado o maior contribuinte individual para as mudanças climáticas.

II Um dos objetivos do COP26 é a criação de fundo de energia renovável de US$ 40 bilhões até 2030.

III A Conferência determinou que se deve reduzir as emissões de gases de efeito estufa até 2030 para que a meta de 1,5 ºC possa ser mantida.

Assinale a opção correta.

a) Apenas o item II está certo.

b) Apenas o item III está certo.

c) Apenas os itens I e II estão certos.

d) Apenas os itens I e III estão certos.

e) Todos os itens estão certos.

2. (CETREDE - Analista Ambiental - IMAMN - 2021) No tocante aos aspectos relacionados à Química Ambiental, analise as afirmações a seguir e marque (V) para as afirmativas VERDADEIRAS e (F) para as FALSAS.

( ) Quando se trata de sustentabilidade, nenhuma atividade parece ser menos sustentável do que a mineração.

( ) O principal motivo para limitar o uso do combustível fóssil está relacionado ao aumento do nível do aquecimento global.

( ) É consenso que os países em desenvolvimento sempre usarão mais energia coletivamente quando comparado aos desenvolvidos.

( ) Os depósitos de petróleo e gás natural são de origem marinha.

Marque a alternativa que indica a sequência CORRETA.

a) V – F – V – V.

b) F – F – V – V.

c) V – V – F – V.

d) V – F – V – F.

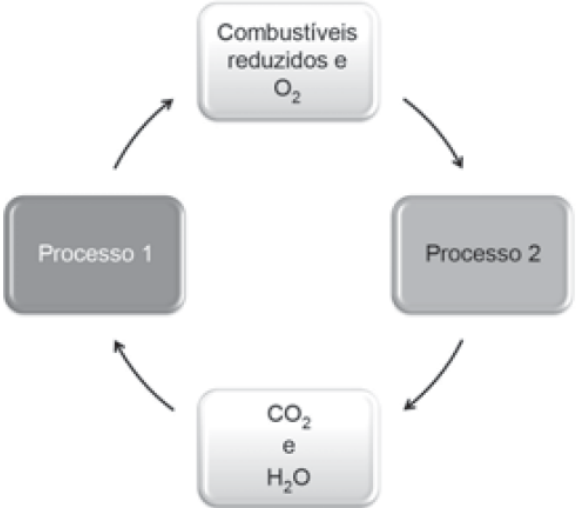
e) F – V – V – F.

3. (CEBRASPE/CESPE - Professor/Química - SEDF - 2017) Nos últimos anos, tem-se investido intensamente no aproveitamento do biogás gerado a partir da decomposição anaeróbica de resíduos orgânicos. O biogás é uma mistura constituída principalmente por $CH_4(g)$ — na faixa de 60% a 80% em quantidade de matéria — e $CO_2(g)$, além de pequenas quantidades de outros componentes. Para a maioria das aplicações, o biogás deve passar por uma etapa de purificação que visa remover contaminantes como, por exemplo, H_2S, H_2O e NH_3, além de reduzir o teor de CO_2 para algo em torno de 1% a 3% em quantidade de matéria. Após esse tratamento, o biogás costuma ser denominado biometano.

Tendo como referência essas informações, julgue o item que se segue, com relação ao biogás e seus componentes.

O emprego do biogás como fonte de energia é uma alternativa importante para conter a intensificação do efeito estufa, por ser uma das maneiras de se substituírem combustíveis fósseis por uma fonte de energia de caráter renovável, reduzindo-se o impacto sobre o ciclo de carbono. Seu emprego impede, ainda, que grande quantidade de CH_4, um potente gás causador de efeito estufa, seja lançada diretamente para a atmosfera.

4. (MEC - 2018) As células e os organismos precisam realizar trabalho para permanecerem vivos e se reproduzirem. A energia metabólica necessária para a realização desse trabalho é oriunda da oxidação de combustíveis, gerados no ciclo do carbono, por meio de processos capazes de interconverter diferentes formas da energia.



NELSON,D. L.;COX, M.M. Lehninger: princípios de bioquímica. São Paulo: Sarvier, 2002 (adaptado).

Nesse ciclo, a formação de combustíveis está vinculada à conversão de energia

A) térmica em cinética.

B) química em térmica.

C) eletroquímica em calor.

D) cinética em eletromagnética.

E) eletromagnética em química.

5. (MEC 2017 - 2ª APLICAÇÃO) As lâmpadas fluorescentes apresentam vantagens como maior eficiência luminosa, vida útil mais longa e redução do consumo de energia. Contudo, um dos constituintes dessas lâmpadas é o mercúrio, que apresenta sérias restrições ambientais em função de sua toxidade. Dessa forma, as lâmpadas fluorescentes devem passar por um processo prévio de descontaminação antes do descarte ou reciclagem do material. O ideal é que nesse processo se tenha o menor impacto ambiental e, se possível, o mercúrio seja recuperado e empregado em novos produtos.

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

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

A) encapsulamento, no qual as lâmpadas são trituradas por via seca ou úmida, o material resultante é encapsulado em concreto e a disposição final do resíduo é armazenada em aterros.

B) lixiviação ácida, com a dissolução dos resíduos sólidos das lâmpadas em ácido (HNO_3), seguida de filtração e neutralização da solução para recuperar os compostos de mercúrio.

C) incineração, com a oxidação das lâmpadas junto com o lixo urbano em altas temperaturas, com redução do material sólido e lançamento dos gases e vapores para a atmosfera.

D) processo térmico, no qual o resíduo é aquecido em sistema fechado para vaporizar o mercúrio e em seguida ocorre o resfriamento para condensar o vapor e obter o mercúrio elementar.

E) separação por via química, na qual as lâmpadas são trituradas em sistema fechado, em seguida aditivos químico são adicionados para a precipitação e separação do mercúrio.

GABARITO

1	D
2	C
3	C
4	E
5	C

DESTINAÇÃO DE PILHAS E BATERIAS

As pilhas e baterias são muito úteis no mundo moderno e as suas aplicações facilitam o nosso dia-a-dia. É difícil imaginar o mundo sem controle remoto e principalmente sem smartphones, não é mesmo? O nosso país, por exemplo, já superou a marca de 1 smartphone por habitante. É indiscutível a utilidade e necessidade de cada um deles, mas infelizmente parte da população não se preocupa com a destinação que esses materiais, sobretudo pilhas e baterias, recebem após o seu uso, afinal de contas são produtos com vida limitada.

Pilhas e baterias são produtos que contém metais pesados e substâncias tóxicas em seu interior e por isso não podem ser destinadas juntamente com o lixo comum, pois podem contaminar o meio ambiente (solo, lençol freáticos, rios, etc) e prejudicar a saúde das pessoas.

Quando alguém, erroneamente, descarta uma pilha ou uma bateria no lixo comum, o destino desse material muito provavelmente será um aterro ou uma usina de compostagem. No aterro, a pilha, por exemplo, ficará exposta ao sol e à chuva e sofrerá oxidação, rompendo a sua estrutura e deixando vazar os metais nela contidos. Esses metais se misturam ao chorume e, com as chuvas, penetram no solo e atingem o lençol freático. A população acaba sendo contaminada ao se utilizar essa água na agricultura ou no consumo direto.

Já nas usinas de compostagem, esse material segue para os biodigestores. Lá se rompem e deixam vazar os metais que se misturam ao resto do lixo. Ao saírem do biodigestor, esse lixo é disposto em montes, a céu aberto, e são remexidos de tempos em tempos, permanecendo nesse processo por cerca de três meses. Os metais misturados ao lixo são transformados em adubo que são usados na agricultura e consequentemente consumidos pela população.

CURIOSIDADE

A usina de compostagem opera em duas fases. A primeira é a degradação ativa, em que os compostos orgânicos complexos são degradados em substâncias mais simples e a maior parte dos microrganismos patogênicos são eliminados. Essa fase leva de 25 a 60 dias. A segunda fase é a maturação, em que ocorre a humificação e estabilização do produto gerado na primeira fase. Substâncias remanescentes como a celulose e a lignina dão origem ao composto mineralizado, que é adequado a agricultura. Essa etapa leva de 30 a 60 dias.

Uma usina é normalmente formada por um pátio para recebimento dos resíduos, uma esteira de triagem, um moinho ou triturador, pátio para compostagem (ou o biodigestor, dependendo do processo adotado pela usina).

Primeiramente é realizada uma separação do lixo, a fim de que sejam removidos aqueles que não servem para compostagem, depois o resíduo selecionado é triturado. Há três métodos para o processo de compostagem e a escolha do melhor método está ligada a

quantidade de resíduos a ser processado. Uma usina pode operar com um dos processos abaixo:

Sistema de leiras revolvidas (*windrow*): os resíduos são dispostos sobre o solo em leiras. A aeração é fornecida pelo revolvimento dos resíduos e pela convecção e difusão do ar na massa do composto. Geralmente é empregado para até 100 toneladas por dia de resíduos orgânicos (englobando resíduos domiciliares, de grandes gerados de resíduos orgânicos, resíduos de jardinagem, poda e remoção de árvores). É a mais utilizada no Brasil.

Revolvimento dos resíduos durante o processo de compostagem.

Sistema de leiras estáticas aeradas (*static pile*): o resíduo é colocado sobre uma tubulação perfurada que injeta ar na massa do composto, não havendo revolvimento mecânico das leiras.

Leiras sendo aeradas por injeção de ar.

Sistemas fechados ou reatores biológicos (*In-vessel*): o resíduo é colocado dentro de um reator biológico - sistema fechado. Nesse método é possível controlar todos os parâmetros (temperatura, aeração etc.) que afetam a compostagem sem sofrer interferência do meio externo.

Reator para compostagem.

Os principais metais que fazem parte desses produtos são:

- **Mercúrio e chumbo:** extremamente tóxicos mesmo em pequenas quantidades. O mercúrio se acumula no organismo e causa estomatite, lesões renais e afeta o sistema neurológico. O chumbo leva a disfunção renal e anemia.
- **Cádmio:** altamente tóxico mesmo em pequenas quantidades. Assim como o mercúrio, se acumula no organismo. Leva a problemas pulmonares e disfunção renal.
- **Manganês e cloreto de amônio:** perigoso mesmo em pequenas quantidades. O manganês provoca gagueira irreversível e insônia, além de afetar o sistema neurológico. O cloreto de amônio se acumula no organismo e provoca asfixia.
- **Zinco:** só é perigoso em grandes quantidades, mas pode causar problemas pulmonares.

As pilhas e baterias devem receber descarte diferenciado devido ao seu alto grau de poluição. Você pode devolver as pilhas e baterias ao fabricante para que a reciclagem dos seus componentes seja feita de maneira responsável e ambientalmente correta.

Aproveito esse momento da aula para sobre o problema ambiental envolvendo as lâmpadas de mercúrio, as quais também não podem ser dispostas com o lixo comum. O mercúrio é um metal pesado tóxico e o seu contanto, inalação ou ingestão podem causar estomatite, lesões renais, problemas no cérebro e no sistema neurológico, além de se acumular no organismo.

As lâmpadas, após findar sua vida útil, podem ser encaminhadas para tratamento e a metodologia utilizada pode variar de acordo com o modelo do produto. De forma geral, a principal preocupação é para que não haja fuga de mercúrio (o mesmo acontece com as pilhas e baterias, busca-se evitar a fuga de metais pesados). Por isso, todo o processo se dá em equipamentos sob condições especiais e em ambiente controlado. Basicamente se separa os componentes em alumínio, plásticos, estruturas metálico-eletrônicas, vidro, pó fosfórico e o mercúrio, que será no fim recuperado em seu estado elementar. A única parte da lâmpada que não pode ser reciclada, após o processo de tratamento, é a baquelite (um tipo de polímero termorrígido) existente na extremidade das lâmpadas.

(MEC 2017 - 2ª APLICAÇÃO) O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para as familiares pilhas e baterias portáteis comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado. Os estabelecimentos que comercializam esses produtos, bem como a rede de assistência técnica autorizada, devem receber dos usuários as pilhas e baterias usadas para repasse aos respectivos fabricantes ou importadores.

Resolução Conama n. 401, de 4 de novembro de 2008. Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em: 14 maio 2013 (adaptado).

Do ponto de vista ambiental, a destinação final apropriada para esses produtos é

A) direcionar as pilhas e baterias para compostagem.

B) colocar as pilhas e baterias em um coletor de lixo seletivo.

C) enviar as pilhas e baterias usadas para firmas de recarga.

D) acumular as pilhas e baterias em armazéns de estocagem.

E) destinar as pilhas e baterias à reutilização de seus componentes.

Comentários:

Letra A: incorreta. Na compostagem, a estrutura externa da pilha é rompida e metais pesados são liberados, contaminando o lixo que, ao ser transformado em adubo, pode disponibilizar esses metais à cadeia alimentar.

Letra B: incorreta. É pedido no enunciado a **destinação final** adequada. Separar pilhas e baterias do lixo comum é correto, mas isso não corresponde à destinação final desse resíduo.

Letra C: incorreta. Nem todas as pilhas e baterias são recarregáveis. A destinação final ocorre quando o produto perde a vida útil.

Letra D: incorreta. Estocar pilhas e baterias não é a melhor destinação final pois não ocorre o tratamento do resíduo. Pode haver rompimento e vazamento de metais e substâncias tóxicas em determinadas condições de estocagem.

Letra E: correta. O procedimento ambientalmente adequado é a destinação das pilhas e baterias para que seus componentes passíveis de reciclagem sejam reutilizados

Resposta: letra E

Principais Pontos do Tópico

Destinação de pilhas e baterias

Pilhas, baterias e lâmpadas

- São produtos que contém metais pesados e substâncias tóxicas em seu interior e por isso não podem ser tratados como lixo comum, pois podem contaminar o meio ambiente e prejudicar a saúde das pessoas.
- Ao serem descartados junto ao lixo comum podem liberar os metais pesados e substâncias tóxicas contaminando o solo e os recursos hídricos.
- Os principais metais que fazem parte desses produtos são:
  - Mercúrio e chumbo: extremamente tóxicos mesmo em pequenas quantidades.
  - Cádmio: altamente tóxico mesmo em pequenas quantidades.
  - Manganês e cloreto de amônio: perigoso mesmo em pequenas quantidades.
  - Zinco: só é perigoso em grandes quantidades.

QUESTÕES COMENTADAS - MULTIBANCAS

Destinação de pilhas e baterias

1. (INEP - ENEM/2ª Aplicação - 2014) Quando as pilhas, que contêm metais pesados, são descartadas no lixo comum, pode ocorrer o rompimento de sua blindagem e a liberação de seu conteúdo para o meio ambiente. Ao atingir o solo, um metal pesado pode ficar retido nas camadas superiores por três processos: reação com moléculas orgânicas que possuam oxigênio ou nitrogênio em sua estrutura, adsorção em argilas e minerais e reação com grupamento hidroxila, sulfeto ou metil, formando precipitado insolúvel.

Com bases nas informações apresentadas, são suscetíveis de serem formados no solo os compostos:

a) CdS e $Zn(OH)_2$

b) $Pb(OH)_2$ e Na_2S

c) $Ni(OH)_2$ e $Cr(C_2H_5)_2$

d) $CdSO_4$ e $Pb(CH_3CO_2)_2$

e) $Hg(CH_3)_2$ e $Ca(CH_3CO_2)_2$

Comentários:

Dois fatores devem ser analisados nessa questão: a presença de um metal pesado e a correta reação do enunciado. A alternativa A é a única que apresenta dois metais pesados com reações que foram mencionadas no enunciado (reação com sulfeto produzindo CdS e reação com hidroxila produzindo $ZN(OH)_2$. Vamos analisar os erros das outras alternativas:

b) $Pb(OH)_2$ e Na_2S → Na não é metal pesado.

c) $Ni(OH)_2$ e $Cr(C_2H_5)_2$ → C_2H_5 é grupo etil, e não metil.

d) $CdSO_4$ e $Pb(CH_3CO_2)_2$ → $CdSO_4$ é produto de reação do Cd com sulfato, e não com sulfeto.

e) $Hg(CH_3)_2$ e $Ca(CH_3CO_2)_2$ → Ca não é metal pesado.

Resposta: letra A

2. (MEC 2017 - 2ª APLICAÇÃO) O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para as familiares pilhas e baterias portáteis comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado. Os estabelecimentos que comercializam esses produtos, bem como a rede de assistência técnica autorizada, devem receber dos usuários as pilhas e baterias usadas para repasse aos respectivos fabricantes ou importadores.

Resolução Conama n. 401, de 4 de novembro de 2008. Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em: 14 maio 2013 (adaptado).

Do ponto de vista ambiental, a destinação final apropriada para esses produtos é

A) direcionar as pilhas e baterias para compostagem.

B) colocar as pilhas e baterias em um coletor de lixo seletivo.

C) enviar as pilhas e baterias usadas para firmas de recarga.

D) acumular as pilhas e baterias em armazéns de estocagem.

E) destinar as pilhas e baterias à reutilização de seus componentes.

Comentários:

Letra A: incorreta. Na compostagem, a estrutura externa da pilha é rompida e metais pesados são liberados, contaminando o lixo que, ao ser transformado em adubo, pode disponibilizar esses metais à cadeia alimentar.

Letra B: incorreta. É pedido no enunciado a destinação final adequada. Separar pilhas e baterias do lixo comum é correto, mas isso não corresponde à destinação final desse resíduo.

Letra C: incorreta. Nem todas as pilhas e baterias são recarregáveis. A destinação final ocorre quando o produto perde a vida útil.

Letra D: incorreta. Estocar pilhas e baterias não é a melhor destinação final pois não ocorre o tratamento do resíduo. Pode haver rompimento e vazamento de metais e substâncias tóxicas em determinadas condições de estocagem.

Letra E: correta. O procedimento ambientalmente adequado é a destinação das pilhas e baterias para que seus componentes passíveis de reciclagem sejam reutilizados

Resposta: letra E

LISTA DE QUESTÕES - MULTIBANCAS

Destinação de pilhas e baterias

1. (INEP - ENEM/2ª Aplicação - 2014) Quando as pilhas, que contêm metais pesados, são descartadas no lixo comum, pode ocorrer o rompimento de sua blindagem e a liberação de seu conteúdo para o meio ambiente. Ao atingir o solo, um metal pesado pode ficar retido nas camadas superiores por três processos: reação com moléculas orgânicas que possuam oxigênio ou nitrogênio em sua estrutura, adsorção em argilas e minerais e reação com grupamento hidroxila, sulfeto ou metil, formando precipitado insolúvel.

Com bases nas informações apresentadas, são suscetíveis de serem formados no solo os compostos:

a) CdS e $Zn(OH)_2$

b) $Pb(OH)_2$ e Na_2S

c) $Ni(OH)_2$ e $Cr(C_2H_5)_2$

d) $CdSO_4$ e $Pb(CH_3CO_2)_2$

e) $Hg(CH_3)_2$ e $Ca(CH_3CO_2)_2$

2. (MEC 2017 - 2ª APLICAÇÃO) O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para as familiares pilhas e baterias portáteis comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado. Os estabelecimentos que comercializam esses produtos, bem como a rede de assistência técnica autorizada, devem receber dos usuários as pilhas e baterias usadas para repasse aos respectivos fabricantes ou importadores.

Resolução Conama n. 401, de 4 de novembro de 2008. Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em: 14 maio 2013 (adaptado).

Do ponto de vista ambiental, a destinação final apropriada para esses produtos é

A) direcionar as pilhas e baterias para compostagem.

B) colocar as pilhas e baterias em um coletor de lixo seletivo.

C) enviar as pilhas e baterias usadas para firmas de recarga.

D) acumular as pilhas e baterias em armazéns de estocagem.

E) destinar as pilhas e baterias à reutilização de seus componentes.

GABARITO

1	A
2	E

ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE:
PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.

1. Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.

2. Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).

3. Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).

4. Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).

5. Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).

6. Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).

7. Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.

8. O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.

Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.