



By @kakashi_copiador

Aula 04 - Prof. André Rocha

*CNU (Bloco 1 - Infraestrutura, Exatas e
Engenharia) Conhecimentos Específicos
- Eixo Temático 3 - Gestão Ambiental e
de Tecnologia - 2024 (Pós-Edital)*

Autor:

**André Rocha, Cadu Carrilho,
Equipe André Rocha, Mariana
Moronari, Equipe Legislação
Específica Estratégia Concursos**
19 de Janeiro de 2024

Índice

| | |
|---|----|
| 1) Considerações Iniciais | 3 |
| 2) Camadas da Atmosfera e Composição do Ar | 4 |
| 3) Características da Poluição do Ar e Principais Poluentes | 8 |
| 4) Brisas | 17 |
| 5) Ilhas de Calor | 21 |
| 6) Inversão Térmica | 23 |
| 7) Smog | 25 |
| 8) Equipamentos de Controle de Efluentes Gasosos | 27 |
| 9) Questões Comentadas - Camadas da Atmosfera e Composição do Ar - Multibancas | 36 |
| 10) Questões Comentadas - Ilhas de Calor - Multibancas | 42 |
| 11) Questões Comentadas - Inversão Térmica - Multibancas | 46 |
| 12) Questões Comentadas - Smog - Multibancas | 49 |
| 13) Questões Comentadas - Equipamentos de Controle de Efluentes Gasosos - Multibancas | 52 |
| 14) Lista de Questões - Camadas da Atmosfera e Composição do Ar - Multibancas | 58 |
| 15) Lista de Questões - Ilhas de Calor - Multibancas | 63 |
| 16) Lista de Questões - Inversão Térmica - Multibancas | 67 |
| 17) Lista de Questões - Smog - Multibancas | 70 |
| 18) Lista de Questões - Equipamentos de Controle de Efluentes Gasosos - Multibancas | 73 |



CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Olá, Estrategista!

Professor André Rocha passando para dar alguns breves recados em mais uma aula que iniciamos.

Minha ideia é sempre trazer um conteúdo **objetivo** e **direcionado**, sem, contudo, deixar de aprofundar no nível necessário exigido em prova.

Mais do que tornar você um especialista no assunto, meu objetivo é fazer você **assinalar a alternativa correta** em cada questão, aumentando as chances de aprovação. Isso muitas vezes passa não pelo esgotamento do assunto em si, mas pelo foco naquilo que realmente importa e pela identificação de assertivas/alternativas incorretas.

Nesse sentido, a resolução das **questões** do livro digital (PDF) é essencial porque também contém parte da teoria atrelada. Ademais, lembre-se que temos também as videoaulas de apoio, mas o estudo pelo **livro digital** é sempre mais **ativo** e **completo**!

Lembrando que este é o **PDF simplificado**! Para o conteúdo mais completo, acesso o PDF regular.

Dito isso, já podemos partir para o que interessa: **MUITO FOCO** a partir de agora!

Um forte abraço e uma ótima aula!

Prof. André Rocha



Instagram: @profandrerocha



E-mail: andrerochaprof@gmail.com



Telegram: t.me/meioambienteparaconcursos



Canal do **Youtube:** Eu Aprovado



CAMADAS DA ATMOSFERA E COMPOSIÇÃO DO AR

Troposfera

É a camada mais próxima à superfície, iniciando ao nível do mar e podendo chegar a **18 km**, a depender da região (nas regiões polares a altitude dela é menor do que nas regiões tropicais). É na troposfera que os seres vivos estão inseridos e onde ocorrem os **fenômenos meteorológicos**, como as chuvas, pelo fato de ser nessa camada que está presente quase todo o vapor de água da atmosfera.

Estratosfera

Começa no limite da troposfera (até aprox. 18 km) e pode chegar a cerca de **50 km**, sendo uma camada muito importante por conter a **camada de ozônio**, que é responsável por filtrar a **radiação ultravioleta** (UV) emitida pelo Sol.

Sem o ozônio, a vida na terra como a conhecemos não seria possível diante dos estragos que a radiação ultravioleta do Sol provocaria. Basta pensar que a pouca radiação UV que não é absorvida pelo ozônio e chega à superfície já traz grandes consequências, tais como o impacto no sistema imunológico, os danos à visão, o envelhecimento precoce e o induzimento a neoplasias (câncer).

Mesosfera

Começa no limite da estratosfera (até aprox. 50 km) e pode chegar a cerca de **80 km**, sendo responsável por proteger a Terra da entrada de **meteoros**. Na verdade, o planeta está a todo tempo sendo atingido por pequenos meteoros, mas que explodem diante do atrito encontrado nessa faixa da atmosfera.

Termosfera

É a camada mais **extensa**, iniciando nos limites da mesosfera (até aprox. 80 km) e podendo chegar a até **500 km** em alguns casos, sendo o ar já extremamente rarefeito nessa faixa. A principal importância da termosfera reside na interceptação dos **ventos solares**, partículas energéticas provindas do Sol e que poderiam causar grandes estragos na Terra se não fosse pela ação da termosfera.

A termosfera também pode ser chamada **ionosfera**, em razão da grande quantidade de partículas eletricamente carregadas (íons) nela presentes. Nesse contexto, o campo magnético da Terra canaliza os ventos solares para as regiões dos polos, onde ocorre uma interação deles com a termosfera e produz as chamadas **auroras polares** (austral no polo sul e boreal no polo norte).



Exosfera

Inicia-se nos limites da mesosfera e não possui limite superior visível em razão da baixíssima densidade de partículas, constituindo a transição final da atmosfera para o **espaço sideral**. Alguns autores afirmam que a exosfera possui limites aproximadamente em **800 km** de altitude.

Um recurso mnemônico para auxiliar você, **Estrategista**, a se recordar da ordem das camadas da atmosfera é o seguinte:

TEMTE:

Troposfera
Estratosfera
Mesosfera
Termosfera
Exosfera



DESPENCA NA
PROVA!

(CESGRANRIO/PRETROBRAS - 2018) A atmosfera é subdividida em camadas, considerando o perfil vertical de temperatura.

Em relação às camadas atmosféricas, identifica-se que, na

- a) estratosfera, a temperatura não varia, e é inferior à das demais camadas.
- b) mesosfera, a temperatura é crescente com a altitude, até a mesopausa.
- c) tropopausa, a temperatura é muito alta e, por isso, ocorre um fluxo de partículas carregadas, responsável pela aurora boreal no hemisfério norte.
- d) termosfera, a temperatura aumenta com a altitude, e seu limite superior é chamado de termopausa.
- e) exosfera, ocorre o fenômeno da inversão térmica, simultaneamente ao aumento da densidade do ar.

Comentários:

A **alternativa A** está errada, pois a temperatura na estratosfera aumenta à medida que a altitude também aumenta devido aos efeitos de absorção de calor por parte do ozônio. Além disso, a camada com menor temperatura é a mesosfera.



A **alternativa B** está errada, visto que as temperaturas da mesosfera são bastante diminutas, sendo considerada a camada mais fria da atmosfera e, diferentemente do que ocorre na estratosfera, essa temperatura diminui à medida que a altitude aumenta, até alcançar a mesopausa.

A **alternativa C** está errada, porquanto os fenômenos das auroras ocorrem na termosfera/ionosfera, não na tropopausa, que na verdade representa o limite que divide a troposfera e a estratosfera.

A **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito. Diferentemente do que acontece na mesosfera, a temperatura na termosfera volta a subir à medida que a altitude aumenta, podendo chegar a mais de 1.000 °C na termopausa, região limite entre a termosfera e a exosfera, a última camada.

A **alternativa E** está errada, pois a inversão térmica ocorre próxima à superfície, na troposfera, não na exosfera, a camada mais distante da superfície.

Composição do ar

O gás que está presente em maior quantidade é o **nitrogênio** (N_2), que representa cerca de **78%** (em volume) de todo o ar que respiramos.

O **oxigênio** (O_2) corresponde a cerca de **21%** do ar, sendo o segundo gás mais abundante. Desnecessário aprofundar na importância do O_2 para os seres vivos, uma vez que é ele que permite o processo fundamental de **respiração** por parte dos seres vivos.

O **gás argônio** (Ar) é o terceiro com maior concentração na atmosfera, embora ocupe cerca de apenas **0,9%** do ar. Trata-se de um **gás nobre inerte**, isto é, com baixo potencial de reação com outros elementos e que historicamente é proveniente do decaimento radioativo de um isótopo do potássio presente em minerais.

O **gás carbônico** (CO_2) corresponde a cerca de **0,03%** da atmosfera e o restante é composto por uma série de outros gases, principalmente os **nobres**, tais como neônio (Ne), hélio (He), criptônio (Kr) e xenônio (Xe). Também é possível constatar baixas concentrações de hidrogênio (H_2), óxido nitroso (N_2O), amônia (NH_3), metano (CH_4), sulfeto de hidrogênio (H_2S), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO_2), dióxido de enxofre (SO_2), entre outros.

Ressalta-se que essa composição se refere à atmosfera próxima à superfície terrestre, uma vez que ela muda de acordo com a altitude. Cabe frisar, ainda, que o **vapor de água** possui concentração muito variável em função da umidade do local de medição e, por isso, não é normalmente contabilizado nessa composição básica, que considera, portanto, o **ar seco**.





(MARINHA/ESCOLA DE APRENDIZES-MARINHEIROS - 2015) O ar atmosférico é formado por uma mistura de gases, vapor de água, micróbios e impurezas (como poeira e fuligem). Sobre os componentes do ar atmosférico, assinale opção correta,

- a) O gás carbônico representa uma pequena parcela da composição do ar atmosférico, sendo ele fundamental na realização de fotossíntese.
- b) O oxigênio é o gás mais abundante do ar atmosférico, sendo fundamental para a respiração dos animais e plantas.
- c) O nitrogênio é o gás mais abundante do ar atmosférico, sendo fundamental para a respiração dos animais e plantas.
- d) O vapor de água é o principal elemento na composição do ar atmosférico, sendo exclusivamente dele que o oxigênio é retirado para a respiração.
- e) Na composição do ar atmosférico pode-se encontrar gases nobres como Hélio, Neônio e Argônio, todos de fundamental importância para a respiração dos animais e plantas.

Comentários:

A **alternativa A** está correta e é o nosso gabarito. O CO_2 representa cerca de 0,03% da composição da atmosfera, mas é fundamental para o processo de fotossíntese por parte de vegetais e algas.

A **alternativa B** está errada, visto que o gás mais abundante na atmosfera é o nitrogênio (N_2).

A **alternativa C** está errada, porque o nitrogênio não é fundamental para a respiração de plantas e animais. Na verdade, o N_2 só pode ser incorporado à biomassa animal e vegetal após ser fixado por bactérias no solo.

A **alternativa D** está errada, tanto porque o vapor de água não é o principal elemento na composição do ar atmosférico quanto porque o oxigênio não é retirado exclusivamente dele.

A **alternativa E** está errada, uma vez que tais gases nobres não são todos de fundamental importância para a respiração de animais e plantas.



CARACTERÍSTICAS DA POLUIÇÃO DO AR E PRINCIPAIS POLUENTES

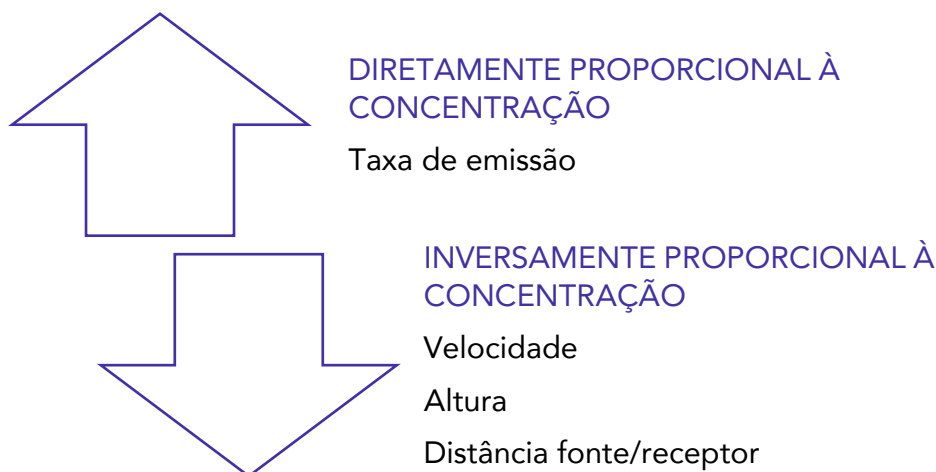
Cumprir destacar alguns aspectos que influenciam direta ou indiretamente a **concentração** de poluentes na atmosfera.

O primeiro deles é a **taxa de emissão** da fonte poluidora, uma vez que quanto maior a quantidade de substância emitida, maior a concentração do poluente na atmosfera, obviamente.

Outro fator de interesse é a **velocidade e direção** dos ventos, considerando que o vento pode tanto trazer poluentes de outro local como afastar os poluentes próximos. De qualquer modo, considera-se que o vento é um importante fator de dispersão dos poluentes emitidos por fontes fixas.

Ainda em relação a fontes fixas, um fator de bastante importância também é a **altura da chaminé** por onde o efluente atmosférico é emitido. Nesse contexto, em regra, quanto maior a altura da chaminé, mais facilmente o poluente será dispersado.

Por fim, ressalta-se que a **distância** entre a **fonte** de poluição e o ser vivo que recebe a poluição, isto é, o **receptor**, também é um fator de influência, haja vista quanto maior for essa distância, menor a concentração do poluente diante da dispersão ocorrida na trajetória.



Dióxido de carbono (CO₂)

O CO₂ é um gás essencial à vida no planeta por diversos motivos. O primeiro deles é que os organismos autótrofos terrestres utilizam essa molécula como fonte de carbono durante o processo fotossintético, resultando na produção de glicose (C₆H₁₂O₆).



A **fotossíntese** é um processo de transformação da energia solar em energia química pelos organismos que possuem clorofila, como as plantas, bem como certas algas e bactérias. De modo bastante objetivo, o processo fotossintético utiliza água e dióxido de carbono para, na presença de luz, produzir **glicose** (açúcar utilizado pelo organismo para sustentar seu metabolismo) e **oxigênio**. Observe a equação balanceada da fotossíntese:



Desse modo, a fotossíntese representa o início da maioria das cadeias alimentares, pois é a partir dela que os demais processos tróficos são possibilitados.



VOCÊ SABE O QUE É O EFEITO ESTUFA?

Outro motivo pelo qual o CO_2 é muitíssimo para a vida na Terra, é que ele funciona como **regulador da temperatura** do planeta, sendo o principal responsável pelo que é conhecido como efeito estufa. Sim, você não leu errado: o efeito estufa é **primordial** para a vida no planeta!

A **radiação infravermelha** que aquece a superfície terrestre possui a tendência de escapar de volta para a atmosfera. Aí é que entra o papel dos chamados **Gases do Efeito Estufa (GEE)**, como o CO_2 e o CH_4 (metano), que são substâncias que absorvem parte dessa radiação infravermelha e dificultam seu escape para o espaço.

Isso impede que ocorra uma perda demasiada de calor para o espaço, mantendo o planeta aquecido. Portanto, o efeito estufa consiste em um fenômeno natural de aquecimento térmico que possibilita que a temperatura do planeta seja mantida em condições de sobrevivência dos seres vivos aqui presentes.

Sem o efeito estufa, a Terra seria muito **fria** e não possibilitaria o desenvolvimento de muitas das espécies conhecidas, inclusive a humana. O grande problema relacionado ao efeito estufa é a sua **intensificação excessiva**, que pode ocasionar um aquecimento demasiado no planeta, inviabilizando diversas relações ecológicas e até mesmo a sobrevivência de certas espécies. Esse superaquecimento é conhecido como **aquecimento global** e faz parte dos processos de mudanças climáticas.

Dentro da Climatologia, a maior corrente científica defende que o planeta está aquecendo sobremaneira em razão das atividades **antrópicas**, preconizando uma imediata redução das emissões de CO_2 e outros gases do efeito estufa (GEE). Por outro lado, há uma parte minoritária de cientistas que defende que o processo de aquecimento atual é **natural**



diante dos processos de resfriamento e aquecimento pelos quais a Terra passa ao longo de suas eras geológicas.

Nesse sentido, a grande maioria das bancas organizadoras está mais alinhada ao primeiro grupo, entendendo que as **atividades humanas** têm intensificado os processos de aquecimento do planeta, apregoando a necessidade de redução das emissões atuais provocadas por automóveis, indústrias, desmatamento etc.

Um dos aspectos mais importantes relacionados ao efeito estufa e ao aquecimento global é o aumento de CO₂ na atmosfera pela queima de combustíveis fósseis.

Isso porque os combustíveis fósseis, como o petróleo, são formados pela biomassa orgânica de plantas e animais depositadas ao longo de milhões de anos em camadas sedimentares da litosfera. Logo, os processos de queima desses fósseis representam a liberação na atmosfera de uma grande quantidade de carbono que estava armazenada por muito tempo.

Nesse cenário, é possível entender por que as concentrações de CO₂ na atmosfera passaram de menos de **280** partes por milhão (ppm) antes da Revolução Industrial e hoje em dia atingem quase **420** ppm.

Assim, a preocupação é que haja uma disponibilização de carbono maior do que os organismos produtores conseguem absorver por meio da fotossíntese, aumentando o já explicado efeito estufa. Neste ponto, cabe destacarmos uma questão bastante confundida por muita gente.



A AMAZÔNIA É O PULMÃO DO MUNDO?

Antigamente, acreditava-se que as **árvores** eram os grandes organismos produtores do planeta, isto é, aqueles que mais sequestravam quantidades de CO₂ da atmosfera e devolviam em forma de oxigênio após a fotossíntese.

De fato, as árvores sequestram bastante gás carbônico da atmosfera, mas boa parte do carbono absorvido por elas retorna quando elas não estão fazendo fotossíntese, por meio de seus **processos respiratórios**. Assim, durante o dia, quando há luz solar, o processo fotossintético possibilita que elas sequestram maiores quantidades de CO₂ do que liberam em oxigênio pela respiração.

Contudo, boa parte do CO₂ é devolvido durante a noite, quando elas estão apenas respirando, sem realizar fotossíntese, uma vez que não há luz solar. Soma-se a isso o fato de que boa parte do carbono incorporado pelas plantas retorna ao ambiente por processos de **decomposição** de sua biomassa.



Por esses motivos, não é preciso dizer que a Amazônia é o pulmão do mundo. Na verdade, as **algas** e o **fitoplâncton** marinhos como um todo são considerados os organismos que contribuem com a maior parcela de oxigênio liberado na atmosfera, considerando que produzem muito mais do que realmente necessitam.

Mas cuidado: isso não é motivo para achar que as plantas não contribuem com o bem-estar do planeta. Reitero que a decomposição de árvores mortas provenientes do desmatamento contribui grandemente para a incorporação do carbono no ambiente, sem contar os diversos **serviços ecossistêmicos** que as florestas proporcionam à fauna e à flora, tais como: habitat propício à vida, alimentos, abrigo etc.

Monóxido de carbono (CO)

O CO é um gás emitido pela queima **incompleta** de combustíveis de origem orgânica, como os fósseis e a biomassa vegetal. A combustão incompleta ocorre quando não há oxigênio suficiente para balancear as reações de queima de modo equilibrado.

Em termos de poluição e malefícios à saúde, ele é bastante relevante porque possui alta afinidade com a **hemoglobina** no sangue (forma a carboxihemoglobina), inibindo a capacidade do sangue de trocar **oxigênio** com os tecidos vitais. Sua toxicidade é ainda mais relevante ao se considerar que é um gás **incolor** e **inodoro**, ou seja, difícil de ser percebido.

Ozônio (O₃)

Trata-se de um gás **incolor** (em certas condições, pode ter aspecto **azulado**), de odor picante, que é uma variedade alotrópica do oxigênio (possui apenas um átomo de oxigênio a mais).

Uma característica importante é seu alto poder de **oxidação**, sendo **tóxico** aos animais e, sobretudo, aos vegetais quando atinge as camadas mais baixas da atmosfera em maiores concentrações. Sobretudo aos vegetais porque ele dificulta os processos fotossintéticos dos seres autótrofos.

Na **estratosfera**, local onde de fato fica a chamada camada de ozônio, as moléculas de O₂ se rompem por ação da própria **radiação solar**, permitindo assim a existência de átomos de oxigênio isolados. Ademais, outros fenômenos naturais, como as **descargas elétricas** na atmosfera também possibilita a formação do ozônio pela dissociação do oxigênio molecular.

Já na **troposfera**, local próximo à superfície terrestre, alguns outros compostos são determinantes para a formação do O₃, chamado neste caso de ozônio troposférico. Os principais compostos precursores do ozônio troposférico são os **óxidos de nitrogênio** - NO_x (sobretudo o NO₂) e os **compostos orgânicos voláteis** (COV) em geral, que são compostos que facilmente se vaporizam e entram na atmosfera, tais como o **acetaldeído**.

Esses compostos são geralmente resultado da **queima de combustíveis** em veículos ou de **processos industriais** e, sob a ação da radiação **solar**, atacam as moléculas do oxigênio atmosférico, dissociando-o em oxigênios atômicos que poderão formar ozônio com outras moléculas de O₂, conforme já explicado.



Frise-se que essas reações também podem ocorrer no sentido contrário, isto é, o ozônio pode ser decomposto em oxigênio atômico e molecular. Desse modo, perceba que as reações de formação e decomposição do ozônio atingem um equilíbrio, o qual é mantido na chamada **camada de ozônio**.

Todavia, esse equilíbrio pode ser desregulado pela ação de catalisadores da depleção da camada de ozônio, isto é, de elementos altamente reativos que reagem com o ozônio, decompondo o O_3 em oxigênio molecular e, conseqüentemente, destruindo essa camada.



CAMADA DE OZÔNIO

Em meados dos anos 1980, descobriu-se que a camada de ozônio sobre o Polo Sul (Antártida) estava sendo degradada rapidamente, formando o que se denomina "**buraco na camada de ozônio**".

Essa descoberta alarmou os cientistas da época, sendo esta uma das principais pautas ambientais por muito tempo. Na época, estudos demonstraram que o ozônio estava sendo destruído pela presença de moléculas que contêm **cloro** e **bromo** provenientes dos **clorofluorcarbonetos** (CFCs).

As principais preocupações da destruição da camada de ozônio são os perigos dos raios ultravioletas do Sol encontrarem o caminho livre para atingir a superfície da Terra.

Esses gases eram encontrados em diversos itens do dia a dia das pessoas, como sprays para cabelo, desodorantes, geladeiras e aparelhos de ar-condicionado. Por isso, foi firmado, em **1987**, o **Protocolo de Montreal**, um tratado internacional em que os países signatários se comprometiam a substituir as substâncias que demonstrassem ser responsáveis pela destruição do ozônio.

São as chamadas **substâncias que destroem a camada de ozônio** (SDOs), outrora ou atualmente utilizadas em diversos itens do dia a dia das pessoas, tais como sprays para cabelo, solventes, desodorantes, geladeiras e aparelhos de ar-condicionado. Atualmente, o Protocolo de Montreal divide as SDOs controladas em **8 famílias**.

Com isso, a camada de ozônio começou a se recuperar, haja vista que a reação de formação do ozônio deixou de ter o equilíbrio alterado no sentido de decomposição da referida molécula. A despeito da redução do tamanho do buraco, deve-se esclarecer que ele ainda existe e é constantemente monitorado.

Além disso, cientistas afirmam que a redução do tamanho da camada de ozônio também possui grande influência de **fenômenos naturais** ainda não muito bem compreendidos.



Inclusive, alguns cientistas asseveram que esses aspectos naturais são ainda mais determinantes do que as ações humanas de redução dos CFCs.



POLUENTES PRIMÁRIOS

Originários diretamente de fontes de poluição

Exemplos: CO_2 , CO , SO_2 e todos os demais poluentes emitidos diretamente por fontes de poluição

POLUENTES SECUNDÁRIOS

Formam-se por reações na atmosfera, não sendo diretamente emitidos

Exemplos: ozônio, H_2O_2 , H_2SO_4 , HNO_3 , SO_3 e todos os demais poluentes formados por reações na atmosfera



(CESGRANRIO/PETROBRAS - 2018) O Ozônio (O_3) pode ocorrer naturalmente em uma das camadas da atmosfera, porém, em outra camada, o aumento desse elemento é considerado resultante da poluição.

Qual é a camada onde o O_3 é considerado um poluente?

- a) Exosfera
- b) Ianosfera
- c) Mesosfera
- d) Termosfera



e) Troposfera

Comentários:

Conforme acabamos de ver, o ozônio estratosférico é essencial para a vida do planeta por absorver parte da radiação ultravioleta. Todavia, quando o ozônio se forma na troposfera, ele pode ser tóxico a animais e, principalmente, vegetais.

Portanto, a **alternativa E** está **correta** e é o nosso gabarito.

Metano (CH₄)

Trata-se de um gás **hidrocarboneto** altamente **inflamável**, **incolor**, **inodoro**, que pode ser emitido por fontes naturais (ex.: vulcões, pântanos, digestão de gado, decomposição anaeróbica em geral) e por fontes antrópicas (ex.: queima de combustíveis fósseis, extração de combustíveis minerais, pecuária, depósitos de lixo).

Em termos de poluição atmosférica, o metano é um **gás de efeito estufa** (GEE) que possui uma capacidade de absorção da radiação ultravioleta muitas vezes maior do que a do próprio gás carbônico (CO₂). Nesse sentido, ele pode ser aproveitado como **biogás** para geração de **energia elétrica** em usinas instaladas em locais típicos de emissão, como os **aterros sanitários**.

Aldeídos

São compostos resultantes da oxidação parcial de álcoois ou de reações fotoquímicas na atmosfera envolvendo hidrocarbonetos. Desse modo, são comumente emitidos por veículos automotores.

No tocante a efeitos na saúde humana, podem ser irritantes às mucosas, aos olhos e às vias aéreas em geral, sendo ainda potencialmente carcinogênicos.

Dióxido de enxofre (SO₂)

O SO₂ é um gás denso, incolor (em certas condições pode possuir aspecto amarelado) solúvel, tóxico a animais e não inflamável. Em que pese ser liberado por fenômenos naturais, como vulcões, a maior contribuição ocorre pela combustão de combustíveis fósseis por parte das indústrias termelétricas, para **aquecimento** e pela queima de **combustíveis veiculares**.

Em termos de saúde, o SO₂ pode provocar problemas no trato respiratório, especialmente em grupos sensíveis, como os asmáticos, uma vez que diminui os batimentos ciliares presentes nas vias aéreas.

Em termos de concurso, a principal cobrança acerca do SO₂ diz respeito a sua contribuição para a chuva ácida.



Dióxido de nitrogênio (NO₂)

É um gás de cor acastanhada/parda, com cheiro irritante e tóxico, sendo formado principalmente pelas **queimas** de combustíveis fósseis em veículos automotores e em termoelétricas (carvão mineral).

Em certas concentrações, pode provocar problemas respiratórios, especialmente em crianças e asmáticos. Conforme já mencionado, também possui papel relevante na ocorrência de **chuvas ácidas**, juntamente com o SO₂, uma vez que forma o **ácido nítrico** ao reagir com a água. Ademais, o NO₂ é um dos precursores do ozônio troposférico, conforme já mencionado.

Material particulado (MP)

O MP não consiste em uma substância específica, mas em uma mistura de partículas **líquidas** e **sólidas** em suspensão na atmosfera. A composição do MP depende das fontes de emissão, mas pode incluir bactérias, fungos, vírus, partículas de areia/ solo, pólen, poeira cósmica, entre muitos outros compostos.

As principais fontes do material particulado são a queima de combustíveis fósseis por veículos automotores ou termoelétricas, a queima de biomassa vegetal, emissões de amônia na agricultura e emissões decorrentes de obras e pavimentação de vias.

Vapor de água (H₂O)

Talvez você esteja se perguntando: a água também é um poluente atmosférico?

Bem, na verdade não. Mas, assim como o CO₂, o vapor de água também é um importante "gás" **estufa**, absorvendo emissões infravermelhas. A concentração de vapor de água na atmosfera varia de 0,01 ppm a 70.000 ppm, sendo normalmente o "gás" de efeito estufa com maior concentração na atmosfera, uma vez que ela nunca está completamente "seca".

Na sua **condensação**, formam-se as nuvens, as principais responsáveis pelo **albedo terrestre**, que é a razão entre a quantidade de radiação solar refletida pelo planeta e a quantidade total que ele recebe. Desse modo, o albedo tem um grande efeito na quantidade de luz solar (energia) que alcança a superfície da Terra.

Poluentes climáticos de vida curta (PCVC)

Os **PCVC** ou, em inglês, *short-lived climate pollutants* (SLCP) não são um tipo específico de poluentes, mas uma classificação de substâncias que possuem tempo de vida relativamente curto na atmosfera, como o **metano**, o **ozônio troposférico** e o **carbono negro**, por exemplo.

Já falamos sobre os dois primeiros, então cabe destacarmos os principais aspectos do **carbono negro**. Este também é conhecido por **fuligem** e consiste em uma das formas mais puras do carvão resultante da combustão incompleta de compostos orgânicos, como o metano e o acetileno, da queima de diesel e também de queimadas de madeira florestais.



Cumpra dizer, ainda, que o carbono negro possui alto poder de intensificar **efeito estufa**, fato que evidencia ainda mais a sua importância.



(IBFC/POLÍCIA CIENTÍFICA-PR - 2017) O gás ozônio (O_3) e os clorofluorcarbonos (CFCs) são exemplos da dificuldade de se classificar uma substância como poluente, pois podem trazer benefícios ou prejuízos à sociedade e aos seres vivos. Dessa forma, assinale a alternativa incorreta.

- a) O ozônio, nas camadas mais baixas da atmosfera, é tóxico, mas, na estratosfera, absorve radiação ultravioleta (UV) proveniente do Sol, evitando os efeitos nocivos do excesso dessa radiação nos seres vivos
- b) Os CFCs apresentam baixa toxicidade e são inertes na baixa atmosfera. Entretanto, quando atingem a estratosfera, são decompostos pela radiação UV, liberando átomos e compostos que destroem moléculas de ozônio, sendo, portanto, considerados os principais responsáveis pela destruição do ozônio na estratosfera
- c) O ozônio troposférico é produzido em reações químicas entre NO_x e compostos orgânicos voláteis em dias quentes e ensolarados, principalmente em áreas urbanas e industriais e em regiões propensas a massas de ar estagnado
- d) O ozônio estratosférico é tóxico, mas, na troposfera, absorve radiação ultravioleta (UV) proveniente do Sol, evitando os efeitos nocivos do excesso dessa radiação nos seres vivos
- e) A camada de ozônio protege os seres vivos do excesso de radiação ultravioleta e pode ser destruída pela ação dos CFCs na estratosfera

Comentários:

A **alternativa A** está correta, porque o ozônio estratosférico é essencial para absorver parte da radiação ultravioleta que chega à Terra.

A **alternativa B** está correta, visto que os clorofluorcarbonos provenientes de sprays, ar-condicionado e outros produtos antrópicos não é prejudicial diretamente à saúde humana, mas possui a capacidade de destruir o ozônio estratosférico, sendo os principais causadores do buraco da camada de ozônio.

A **alternativa C** está correta, pois na **troposfera**, local próximo à superfície terrestre, alguns outros compostos são determinantes para a formação do O_3 , chamado neste caso de ozônio troposférico. Os principais compostos precursores do ozônio troposférico são os óxidos de nitrogênio - NO_x (sobretudo o NO_2) e os compostos orgânicos voláteis (COV) em geral, que são compostos que facilmente se vaporizam e entram na atmosfera.

A **alternativa D** está errada e é o nosso gabarito, porquanto trocou o ozônio estratosférico com o troposférico. Este último que é tóxico aos seres vivos, uma vez que o ozônio estratosférico se situa a dezenas de quilômetros de altitude.

A **alternativa E** está correta, conforme já justificado nas demais alternativas.



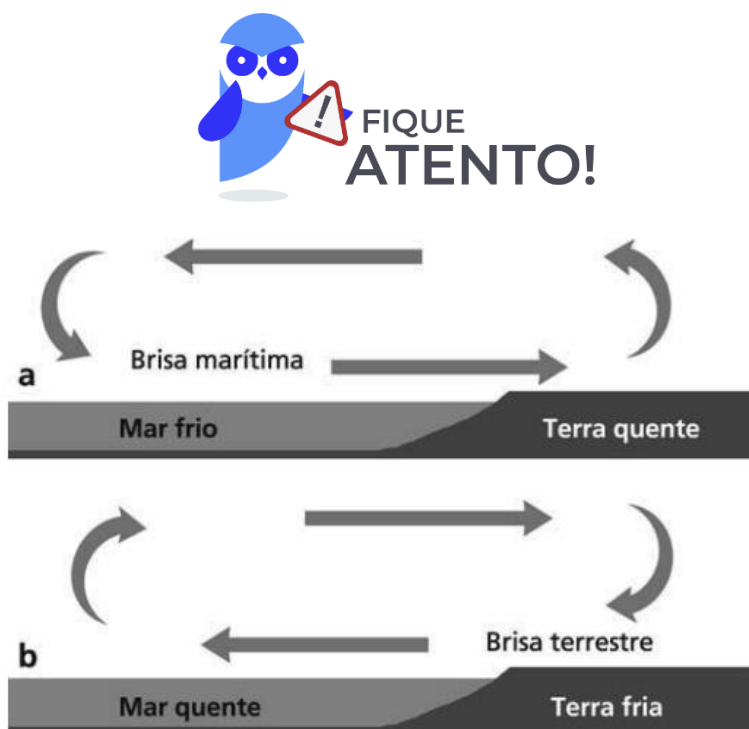
BRISAS

Brisa Marítima e Terrestre

Em condições normais, o ar sempre tende a se deslocar de uma área de **alta** pressão atmosférica para uma área de **baixa** pressão. Além disso, o ambiente terrestre tende a se aquecer e se esfriar mais **rapidamente** do que a água do mar, o que gera uma diferença de pressão entre a atmosfera sobre o mar e a atmosfera sobre o continente. Essa diferença de pressão é que possibilita as brisas marítimas e terrestres.

Durante o dia, o solo do continente se aquece mais rapidamente do que a água do mar, o que gera um gradiente de pressão em que o ar marítimo possui maior pressão do que o ar continental. Nesse contexto, há a tendência de formação de um vento do **mar para o continente** denominado **brisa marítima**. Ela atinge o máximo no princípio da tarde e desaparece ao anoitecer. Este vento é mais forte nos dias quentes, mas pode ser mais fraco quando o céu está nublado.

Quando o Sol se põe, o solo do continente se resfria mais rapidamente do que a água do mar, gerando um gradiente de pressão inverso ao do dia, favorecendo a **brisa terrestre**, que sopra da **terra para o mar**.



Representação das brisas marítima (a) e terrestre (b) (SOUZA e MIRANDA, 2013)¹.

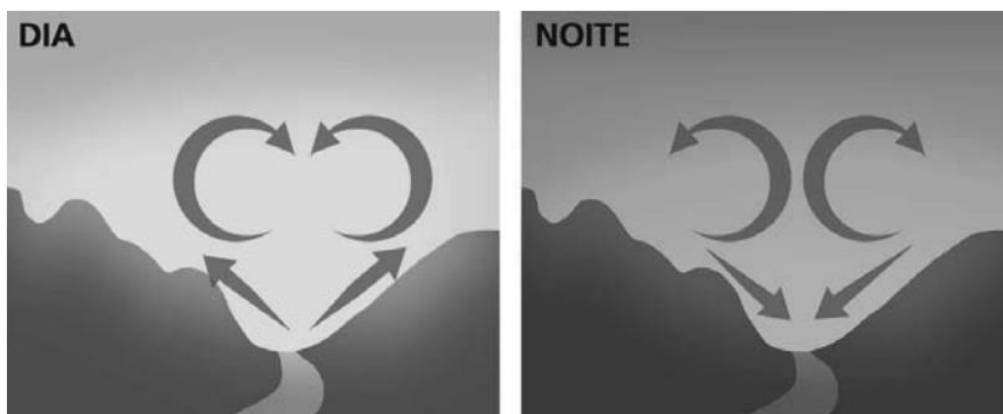
¹ SOUZA, Lucio de; MIRANDA, Ricardo Augusto Calheiros de. **Climatologia geográfica**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2013



Brisa de Vale e de Montanha

Em regiões com relevo variável, a variação de temperatura pode ser bastante evidente. O **topo de montanhas** fica mais suscetível ao recebimento de energia solar durante o dia, ao mesmo tempo que, durante as noites, libera esta energia mais facilmente e de maneira mais rápida.

Ao contrário, os **vales**, tendo sua recarga de energia bloqueada pelas regiões mais altas e seu tempo de exposição ao Sol reduzido, recebem menos energia durante o dia, enquanto que apresentam dificuldade de liberá-la durante a noite.



Representação das brisas de vale (dia) e de montanha (noite) (SOUZA e MIRANDA, 2013).



(CEBRASPE/SEMA-BA – 2012) Com relação à circulação atmosférica regional e local, assinale a opção correta.

- a) Variações de temperatura entre pontos diferentes do relevo são responsáveis pela formação da brisa de vale (catabática), que após aquecimento radioativo, subside para a superfície.
- b) A brisa de montanha (anabática) resulta da diferença de umidade entre pontos diferentes do relevo e tende a se acumular à barlavento da montanha em virtude da sua elevada densidade.



- c) Ventos próximos à superfície apresentam velocidade maior quando comparados aos ventos em altos níveis da atmosfera, devido ao movimento turbulento induzido pela rugosidade da superfície.
- d) A brisa marítima resulta de variações diárias na temperatura e pressão sobre o continente e o mar, invertendo seu sentido quando os centros de alta e baixa pressão se alteram.

Comentários

A **alternativa A** está errada, pois a brisa de vale é a anabática, não catabática.

A **alternativa B** está errada, pois a brisa de montanha é a catabática, não a anabática.

A **alternativa C** está errada, pois é justamente o oposto: os ventos próximos à superfície possuem velocidade menor devido à rugosidade (maior residência) da superfície.

A **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito. Durante o dia, o solo do continente se aquece mais rapidamente do que a água do mar, o que gera um gradiente de pressão em que o ar marítimo possui maior pressão do que o ar continental. Nesse contexto, há a tendência de formação de um vento do mar para o continente denominado brisa marítima. Ela atinge o máximo no princípio da tarde e desaparece ao anoitecer.

(GESTÃO CONCURSOS/EMATER-MG – 2018, adaptada) A análise dos fatores climáticos da região é determinante para alcançar estratégias satisfatórias de conforto térmico no ambiente construído. A esse respeito, avalie o que se afirma.

Durante o dia, a terra se aquece mais rapidamente que a água, e o ar, ao ascender da região mais fria para a mais quente, forçará uma circulação da brisa marítima no sentido mar-terra.

Comentários

Durante o dia, o solo do continente se aquece mais rapidamente do que a água do mar, o que gera um gradiente de pressão em que o ar marítimo possui maior pressão do que o ar continental. Nesse contexto, há a tendência de formação de um vento do mar para o continente denominado brisa marítima. Ela atinge o máximo no princípio da tarde e desaparece ao anoitecer. Este vento é mais forte nos dias quentes, mas pode ser mais fraco quando o céu está nublado.

Questão correta!

(ESAF/MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL – 2012) As brisas são sistemas meteorológicos de mesoescala, sobre os quais é incorreto afirmar.

- a) São decorrentes de contrastes de temperatura nas camadas de ar junto ao solo que acabam provocando o movimento do ar denominado de brisa.
- b) São sistemas rasos, com pouca espessura vertical.
- c) A brisa marítima ocorre durante o dia e flui do mar para terra.
- d) A brisa marítima é menos intensa que a brisa terrestre.
- e) A brisa terrestre ocorre à noite e flui da terra para o mar.

Comentários

Em geral, as brisas terrestres são mais fracas que as marítimas, pois as diferenças de aquecimento são menores, o que acaba criando um gradiente de pressão local mais fraco.



Portanto, a **alternativa D** está **errada** e é o nosso gabarito.

(CETRO/INMET – 2006) As brisas marítima e terrestre:

- a) fazem parte da circulação geral.
- b) resultam da diferença de temperatura entre o mar e a terra.
- c) só se verificam no verão.
- d) sopram de cima para baixo.
- e) acontecem simultaneamente.

Comentários

Em condições normais, o ar sempre tende a se deslocar de uma área de alta pressão atmosférica para uma área de baixa pressão. Além disso, o ambiente terrestre tende a se aquecer e se esfriar mais rapidamente do que a água do mar, o que gera uma diferença de pressão entre a atmosfera sobre o mar e a atmosfera sobre o continente. Essa diferença de pressão é que possibilita as brisas marítimas e terrestres.

Portanto, a **alternativa B** está **correta** e é o nosso gabarito.



ILHAS DE CALOR

Os centros urbanos apresentam características que favorecem o **aumento da temperatura** nesses locais, tais como a concentração de fontes de calor nas cidades, excesso de asfalto, prédios, pouca vegetação, emissão de poluentes condutores de calor, entre outros.

Desse modo, a ilha de calor urbana é caracterizada pela temperatura média anual em um **centro urbano** mais alta do que a de suas redondezas. Para se ter ideia, em alguns casos essa diferença pode atingir mais de 10 °C.

As principais causas das ilhas de calor são:

→ **poluição do ar**: diversos poluentes aumentam a absorção de calor (ex.: gases de efeito estufa).

→ **fontes antrópicas de calor**: queima de combustíveis fósseis, ar condicionado e outras emissões antrópicas de calor e umidade podem contribuir para o maior aquecimento urbano, principalmente nas cidades de latitude média durante os dias frios no inverno.

→ **mudanças no balanço de radiação**: os "cânions urbanos", formados pelos edifícios e construções, diminuem o albedo urbano como um todo em razão do maior sombreamento, aumentando a absorção de radiação solar, com consequente aumento da temperatura. Além disso, a geometria dos cânions promove uma diminuição da perda de radiação infravermelha associada à altura dos prédios e à redução da largura das vias.

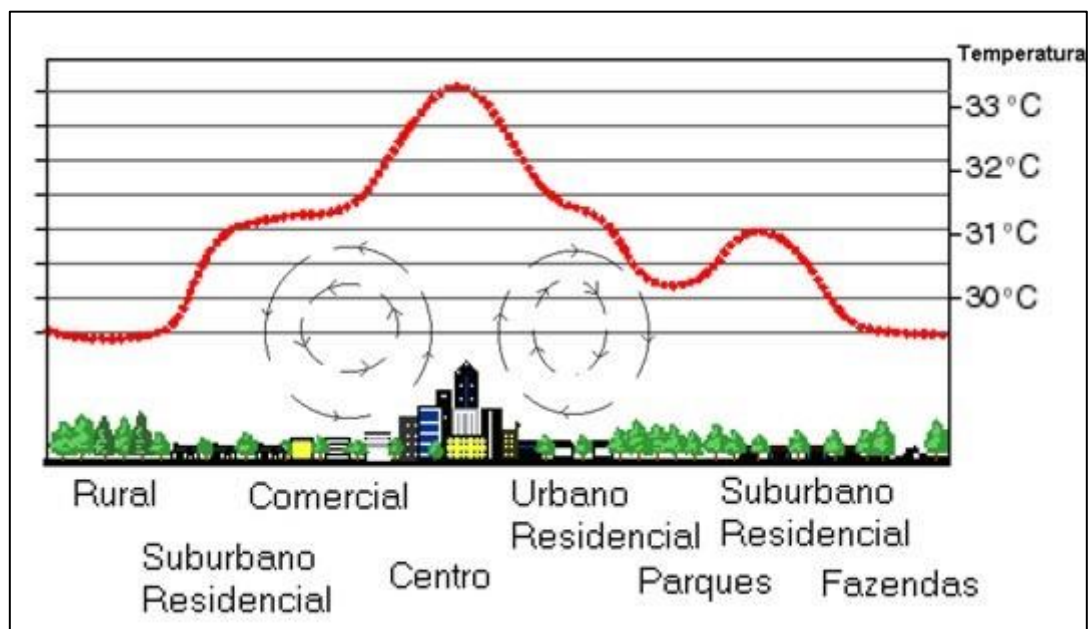
→ **redução das áreas verdes**: a impermeabilização das superfícies urbanas com consequente redução de áreas verdes nas cidades diminui a evapotranspiração e geralmente aumenta a quantidade de materiais com maior poder de absorção de calor.

→ **materiais absorvedores de radiação (baixa refletividade)**: os materiais utilizados nas construções urbanas geralmente absorvem mais calor, o qual muitas vezes, após ser acumulado durante o dia, é emitido no período noturno.

Nas cidades de latitudes subtropicais e tropicais (**baixas latitudes**), devido à alta intensidade da radiação solar incidente, as ilhas de calor urbanas ocorrem durante o **dia**, agravando a sensação e o desconforto devido à elevação da temperatura e à redução da umidade relativa do ar. Já nas cidades de latitudes médias e altas, a ilha de calor urbana tem ocorrência **noturna**, o que é mais favorável para o conforto térmico da população durante as noites, reduzindo a necessidade de sistemas de aquecedores para aquecimento noturno.

Em termos de poluição atmosférica, as ilhas de calor são fenômenos relevantes porque o contraste de temperatura forma uma circulação convectiva que contribui para a concentração de poluentes sobre as grandes cidades.





Comportamento de uma ilha de calor. Fonte: IBRAM-DF¹

¹ Disponível em: <https://www.ibram.df.gov.br/projeto-de-monitoramento-do-campo-termico-do-distrito-federal-proterm-df/>



INVERSÃO TÉRMICA

Na troposfera, camada da atmosfera mais próxima a superfície terrestre, normalmente o ar vai se resfriando à medida que cresce a altitude. Assim, o ar mais próximo à superfície é mais quente e, portanto, menos denso, o que o possibilita de subir.

Quando, porém, uma camada de ar quente se sobrepõe a uma camada de ar frio, impede-se o movimento ascendente do ar próximo à superfície, que já está mais denso, fenômeno conhecido por **inversão térmica**. Nesse sentido, é necessário que haja um **deslocamento vertical** dos ventos para o ar quente se misture com o ar frio e desestabilize o fenômeno.

A inversão térmica é relevante em termos de poluição atmosférica porque ela impede a **dispersão** de poluentes emitidos pelas fontes presentes na superfície terrestre. No período de **inverno**, esse fenômeno se intensifica, uma vez que a camada de inversão fica mais estreita, o que aprisiona os poluentes de um modo mais próximo da população.



Fonte: Clovis Online School, Lição 7-03 Inversões térmicas: www.cossscience1.pbworks.com





(IBFC/POLÍCIA CIENTÍFICA-PR - 2017) O fenômeno da inversão térmica encontra-se entre os fenômenos relacionados à poluição atmosférica. Sobre esse fenômeno assinale a alternativa incorreta.

- a) Ocorre geralmente em cidades muito industrializadas
- b) No fenômeno, na intersecção do ar quente com o ar frio forma-se uma camada de inversão, com o ar quente sob o ar frio, evitando que os poluentes passem para as camadas superiores da atmosfera
- c) Acontece principalmente nos períodos de inverno
- d) O fenômeno cessa quando ocorre deslocamento horizontal dos ventos
- e) Os poluentes ficam dispersos na troposfera, criando uma névoa sobre o local

Comentários:

A **alternativa A** está correta, porque a industrialização gera uma maior quantidade de poluentes emitidos, o que favorece a ocorrência da inversão térmica.

A **alternativa B** foi considerada correta, mas está errada. Veja que ela afirma que o ar quente fica sob o ar frio na inversão térmica, quando sabemos que o ar quente fica **SOBRE** o ar frio, isto é, acima dele.

A **alternativa C** está correta, pois no período de **inverno** a inversão térmica se intensifica, uma vez que a camada de inversão fica mais estreita, o que aprisiona os poluentes de um modo mais próximo da população.

A **alternativa D** está errada e foi considerada o gabarito, haja vista ser necessário um deslocamento vertical (não horizontal) dos ventos para o ar quente se misture com o ar frio e desestabilize o fenômeno.

A **alternativa E** está correta, visto que a inversão térmica impede a dispersão de poluentes emitidos pelas fontes presentes na superfície terrestre.



SMOG

O termo "smog" deriva das palavras inglesas *smoke* (fumaça) e *fog* (neblina). Isso porque o smog é formado por uma mistura de substâncias que poluem o ar e o deixam com aspecto nebuloso. Mais importante do que o aspecto, são os riscos trazidos pelo smog para a população, considerando que pode causar sérios problemas respiratórios e irritação das vias aéreas e dos olhos.

O **smog industrial/ácido** é composto por uma mistura de fumaça, neblina, cinzas, fuligem e compostos como dióxido de enxofre (SO_2) e ácido sulfúrico (H_2SO_4), oriundos principalmente de **emissões industriais** e queima de **carvão**. Devido à sua composição, apresenta coloração escura. Este tipo de smog **não** carece de **luz** para acontecer e normalmente é percebido nas épocas de **inverno**.

Já o **smog fotoquímico** é resultado de reações químicas causadas pela luz solar em diversos poluentes, tais como o ozônio (O_3), os óxidos de nitrogênio (principalmente NO_2) e os compostos orgânicos voláteis (COV), podendo ainda formar peróxido de oxigênio (H_2O_2), nitrato de peroxiacetil ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{NO}_3$) e o ácido nítrico (HNO_3).

A queima incompleta de combustíveis fósseis por parte de veículos automotores também contribui de maneira decisiva para este tipo de smog, que é mais facilmente percebido nos grandes centros urbanos em épocas **secas** e de **temperaturas elevadas**.



(CESGRANRIO/IBGE - 2013) As grandes cidades do mundo convivem hoje com diversos problemas de poluição do ar, que são motivo de preocupação para a sociedade moderna. Há um tipo de poluição que apresenta, entre outras, as seguintes características: é uma mistura de ozônio e componentes orgânicos, tem origem nas formações entre hidrocarbonetos voláteis, óxidos de nitrogênio e ozônio e seu principal agente poluidor são os veículos automotores.

O tipo de poluição descrito acima refere-se à(ao)

- a) chuva ácida
- b) inversão térmica
- c) difusão térmica
- d) smog industrial
- e) smog fotoquímico

Comentários:



Conforme estudado há pouco, o smog fotoquímico é resultado de reações químicas causadas pela luz solar em diversos poluentes, tais como o ozônio (O_3), os óxidos de nitrogênio (principalmente NO_2) e os compostos orgânicos voláteis (COV).

A queima incompleta de combustíveis fósseis por parte de veículos automotores também contribui de maneira decisiva para este tipo de smog, que é mais facilmente percebido nos grandes centros urbanos em épocas secas e de temperaturas elevadas.

Destarte, a **alternativa E** está correta e é o nosso gabarito.

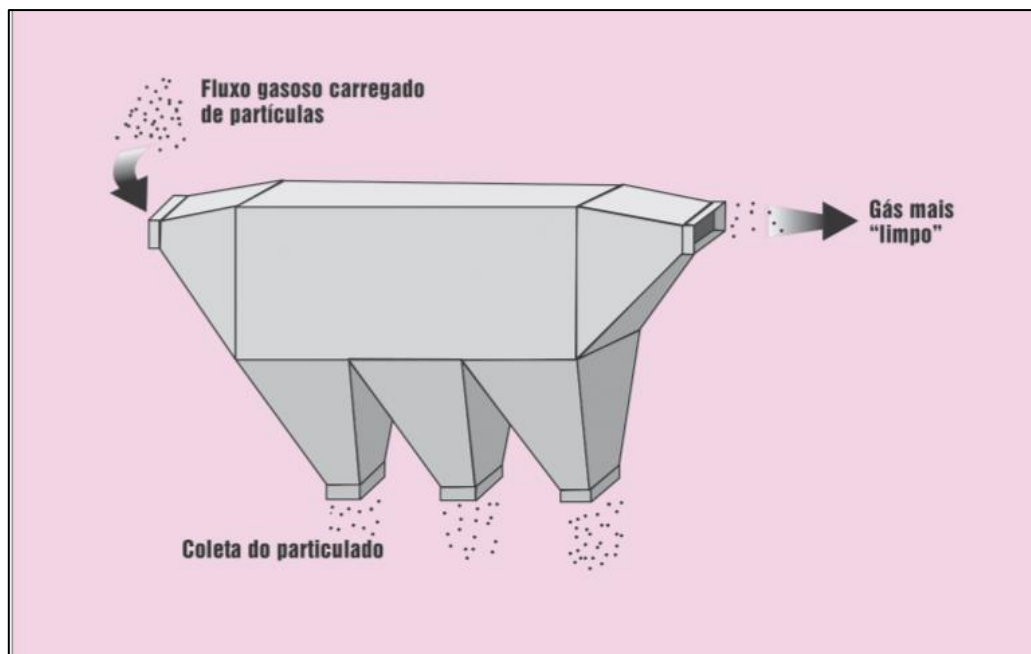


EQUIPAMENTOS DE CONTROLE DE EFLUENTES GASOSOS

Câmara gravitacional

Também chamada **câmara de sedimentação**, trata-se de um dos mais simples e antigos dispositivos de controle da poluição do ar. Este equipamento basicamente consiste em uma câmara de expansão que promove a **redução** da **velocidade** do gás até o ponto em que as partículas nele suspensas são capturadas pela ação da **gravidade** (sedimentação).

Com a diminuição da velocidade do gás, a influência da força viscosa do gás sobre a partícula é reduzida e as partículas começam a cair pela ação da força gravitacional. Em geral, quanto **maior** o **tamanho** e a **densidade** da partícula, **maior** a taxa de sedimentação e, quanto **maior** a viscosidade do gás, **menor** será essa taxa.



Câmara gravitacional¹

Geralmente, as câmaras gravitacionais são usadas para a remoção da fração mais **grossa** da massa de partículas em suspensão (em geral, partículas entre 50 μm e 100 μm de diâmetro), **antes** de dispositivos de controle de particulados mais eficientes, contribuindo para o funcionamento e para a diminuição da frequência de limpeza dos outros equipamentos.

¹ Fonte: Gestão de Fontes Estacionárias de Poluição Atmosférica: Paulo Sérgio Fernandes. Disponível em: <http://www.ambiental.ufpr.br>.

Ciclone

Também chamados de **separadores centrífugos**, os ciclones são muito utilizados para o controle de **particulado**, especialmente quando partículas relativamente grandes precisam ser coletadas (normalmente, partículas com diâmetro acima de $10\ \mu\text{m}$).

Em geral, são **mais eficientes** que as câmaras gravitacionais, mas também podem ser instalados como pré-coletores de dispositivos mais eficientes ou utilizados para a proteção de equipamentos, por exemplo, para evitar a abrasão causada pelo pó em sistemas de exaustão.

Ao entrar no ciclone, a corrente gasosa é forçada a girar no interior do equipamento. Desse modo, as partículas **maiores** que não acompanham o movimento do gás colidem com as paredes do ciclone e são direcionadas para a parte inferior do equipamento, pela ação da força gravitacional, onde são coletadas.

Já as partículas **menores** giram com o gás e adquirem velocidade angular, mas, em decorrência da rotação em torno do eixo do equipamento e de sua massa, pela ação da força centrífuga elas são direcionadas para as paredes do equipamento e, posteriormente, seguem o mesmo caminho das partículas maiores.

Dessa maneira, o **material particulado** capturado sai pela parte **inferior** do ciclone e o gás "**limpo**" sai pela parte **superior** do equipamento.

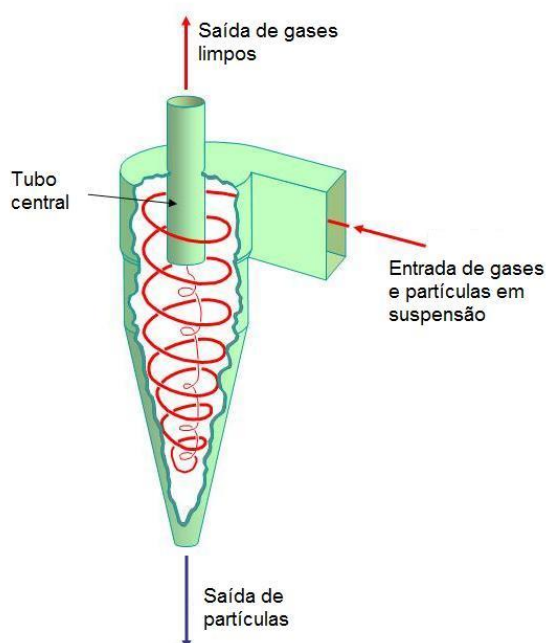
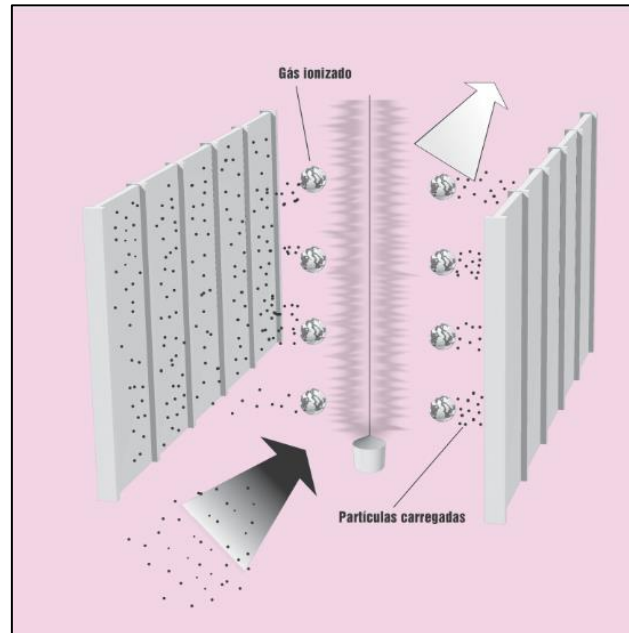


Imagem de domínio público retirada da internet².

² Disponível em: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/SeparadorCiclonico.jpg>

Precipitador eletrostático

O princípio básico dos precipitadores eletrostáticos é atrair as partículas de poluentes presentes no ar por ação da **eletrostática**, isto é, pela atração elétrica de átomos com cargas diferentes.



Precipitador eletrostático³

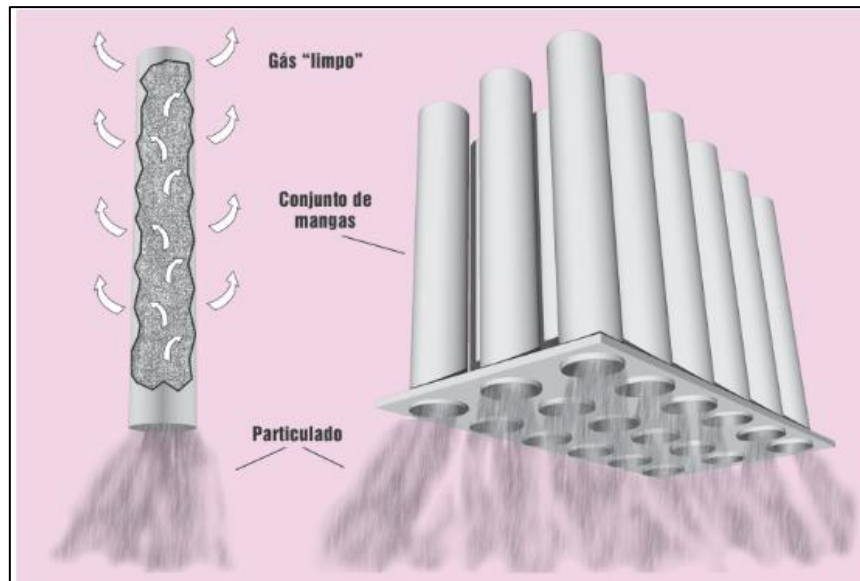
De modo simplificado, portanto, o precipitador eletrostático é um instrumento composto por um gerador de **cargas elétricas negativas** e duas placas tensionadas **positivamente** de modo a atrair as partículas dos gases que são carregadas negativamente. Diante desse modo de funcionamento, o precipitador eletrostático possui grande **eficiência** de remoção de poluentes.

Filtro de manga

Qualquer tipo de filtração de poluentes atmosféricos consiste na passagem da corrente gasosa através de um **material poroso** (meio filtrante) que retenha o material em suspensão.

Uma característica interessante das filtrações é que, ao longo do processo, forma-se, na superfície do meio filtrante, uma camada do material removido da corrente gasosa, chamada de "**torta de filtração**". Essa camada auxilia no processo de filtração, aumentando a eficiência de coleta do filtro. Assim, a eficiência de coleta de filtros ou tecidos "sujos" é **maior** do que a de filtros "limpos".

³ Fonte: Gestão de Fontes Estacionárias de Poluição Atmosférica: Paulo Sérgio Fernandes. Disponível em: <http://www.ambiental.ufpr.br>.



Filtro de manga⁴

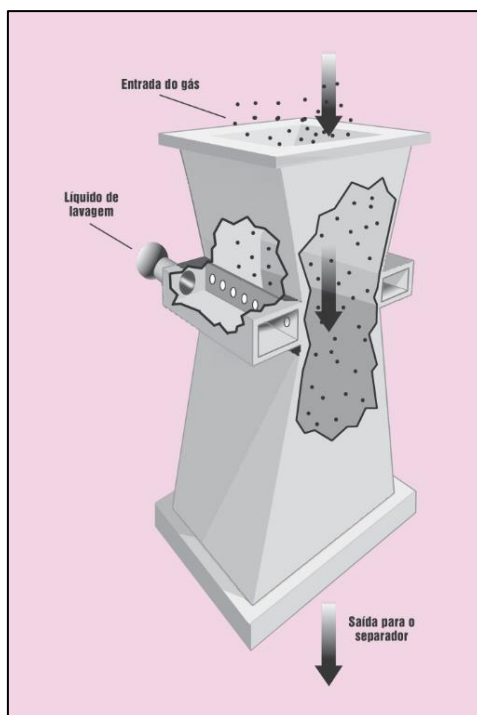
As principais **vantagens** dos filtros de manga são a sua **eficiência**, uma vez que consegue remover até mesmo partículas com diâmetro menores de 1 μm , e a sua capacidade de tratar **grandes volumes** de gás. As principais **desvantagens** são a **queda de pressão** considerável e necessidade de grande **área** de filtração, resultando no emprego de grande número de mangas filtrantes. Além disso, os filtros de manga podem não tolerar altas **temperaturas** da corrente gasosa, situação que exige, por exemplo, um **precipitador eletrostático**.

Lavador Venturi

A lavagem consiste em colocar em contato íntimo a corrente gasosa e um **líquido** atomizado (normalmente a **água**). Os tipos mais difundidos de lavadores são a torre de lavagem (*spray tower*) e o lavador Venturi.

Nesses equipamentos, um líquido de lavagem é **atomizado** para a formação de uma grande quantidade de pequenas gotas que capturam o material particulado suspenso no gás, sendo o mecanismo de coleta dominante a **impactação**. Desse modo, quanto **maior** a **quantidade** de gotas e **menor** o seu **diâmetro**, mais efetiva será a coleta e, portanto, mais **eficiente** será o equipamento.

⁴ Fonte: Gestão de Fontes Estacionárias de Poluição Atmosférica: Paulo Sérgio Fernandes. Disponível em: <http://www.ambiental.ufpr.br>.



Lavador Venturi⁵

Especificamente em relação aos **lavadores Venturi**, fixe que são mais frequentemente utilizados para controle de particulados porque são mais eficientes para a remoção de partículas pequenas (entre $0,4\ \mu\text{m}$ e $20\ \mu\text{m}$).

Destarte, neste equipamento há a necessidade de introdução de uma corrente gasosa, que é a corrente que queremos tratar, e uma corrente líquida, que é a corrente de "tratamento". Assim, o **consumo de energia** no lavador é considerável, visto que a queda de pressão no equipamento é **significativa**.

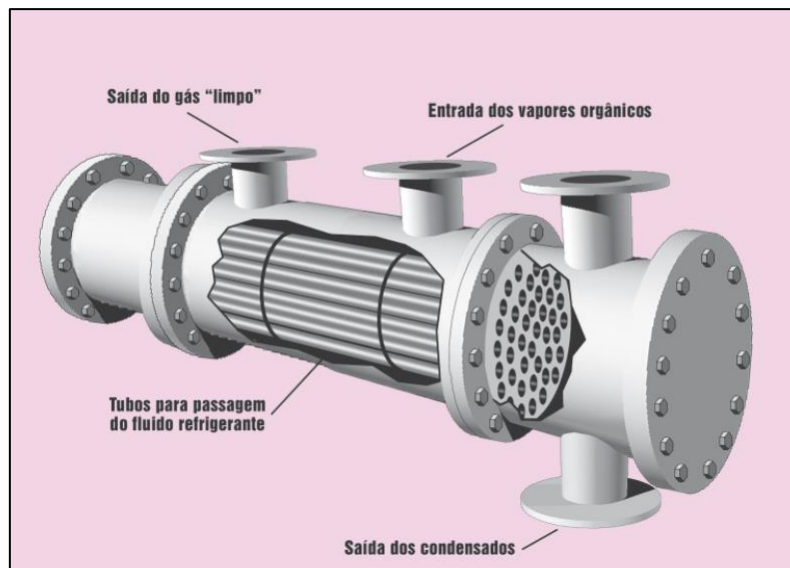
Condensador

O processo de condensação consiste na conversão de um gás ou um vapor em líquido por meio de alterações na **temperatura** e/ou **pressão**. Desse modo, condensadores normalmente utilizam **água** ou **ar** para resfriar e condensar uma corrente gasosa ou um de seus componentes.

Todavia, os condensadores não atingem temperaturas muito baixas e, por esse motivo, não possuem alta eficiência de remoção da maioria dos gases, limitando-se aos em que o vapor se condense em **altas temperaturas**. Nessa esteira, em geral são equipamentos utilizados como **pré-tratamento** de dispositivos mais eficientes.

⁵ Fonte: Gestão de Fontes Estacionárias de Poluição Atmosférica: Paulo Sérgio Fernandes. Disponível em: <http://www.ambiental.ufpr.br>.





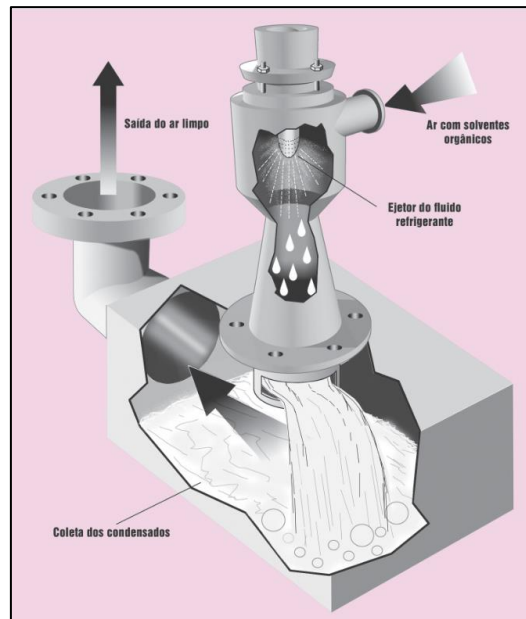
Condensador⁶

Absorvedor

A absorção é um processo que promove a remoção de poluentes gasosos (chamados de absorvatos ou solutos) de uma corrente gasosa pela **dissolução** em um líquido (chamado de absorvente ou solvente). Desse modo, coloca-se a corrente gasosa em contato íntimo com o líquido, tal qual descrito para os lavadores.

Assim, quanto maior a **superfície de contato** entre os gases e o líquido, mais favorável é a condição para a absorção. O mecanismo principal de transferência de massa é a **difusão** entre os constituintes das fases gasosa e líquida. Dessa maneira, pode-se dizer que a condição necessária para a aplicação da absorção para o controle da poluição do ar é a **solubilidade** dos poluentes no líquido.

⁶ Fonte: Gestão de Fontes Estacionárias de Poluição Atmosférica: Paulo Sérgio Fernandes. Disponível em: <http://www.ambiental.ufpr.br>.



Absorvedor⁷

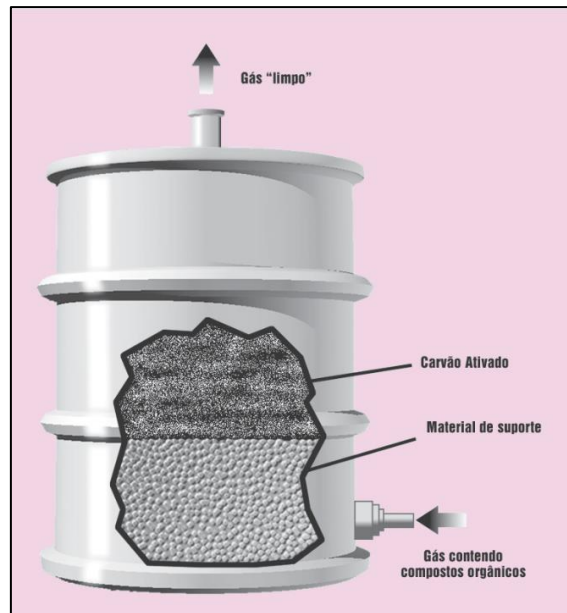
Além da alta solubilidade no gás e da alta estabilidade química, o solvente deve possuir **baixa volatilidade** (baixa pressão de vapor), **baixa viscosidade**, **baixa toxicidade**, **baixo ponto de congelamento** e **baixo custo**. Essas condições geralmente são atendidas pela **água**.

Adsorvedor

De modo simplificado, a adsorção consiste na concentração de moléculas de um **fluido** (adsorvato) na superfície de um **sólido** (adsorvente).

O desenvolvimento de um processo de separação por adsorção depende da escolha adequada do adsorvente, que deve possuir boa capacidade de adsorção, seletividade, estabilidade química elevada e grande **área superficial específica**. Em geral, os bons adsorventes são altamente porosos, mas os poros possuem diâmetros pequenos. Os principais materiais que obedecem a essas condições são a **sílica gel**, a **alumina ativada**, o **carvão ativado** e as **zeolitas**.

⁷ Fonte: Gestão de Fontes Estacionárias de Poluição Atmosférica: Paulo Sérgio Fernandes. Disponível em: <http://www.ambiental.ufpr.br>.



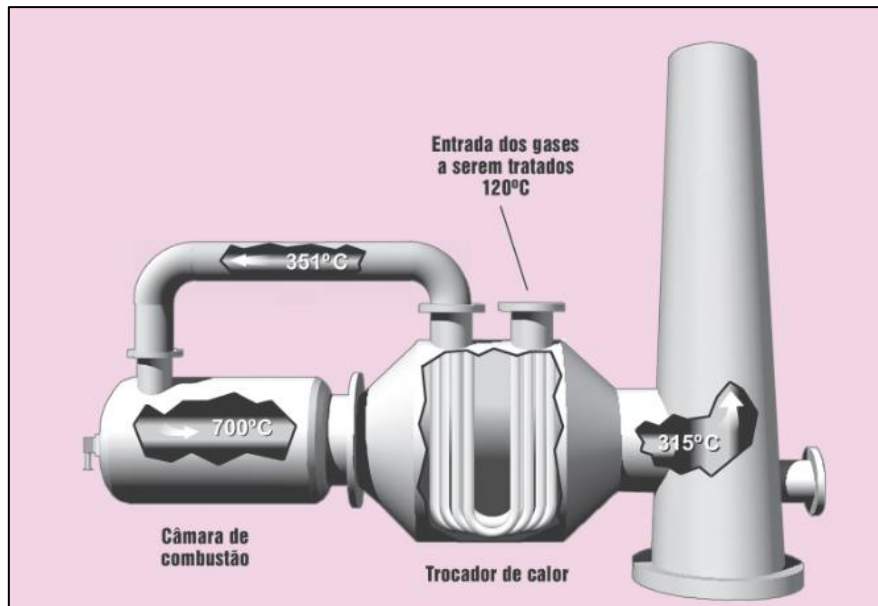
Adsorvedor⁸

Incinerador

Os sistemas de combustão são relativamente **caros** e, por isso, é mais frequentemente utilizado para o controle de emissões de compostos **orgânicos** ou quando os poluentes devem ser destruídos de maneira mais eficiente, como no caso de gases **tóxicos** ou **perigosos**.

Um processo **ideal** é aquele em que a combustão é **completa**, ou seja, os produtos da reação são apenas H_2O e CO_2 . Se outros produtos são gerados, como por exemplo, **monóxido de carbono** ou **óxidos de nitrogênio**, a combustão é denominada **incompleta**.

⁸ Fonte: Gestão de Fontes Estacionárias de Poluição Atmosférica: Paulo Sérgio Fernandes. Disponível em: <http://www.ambiental.ufpr.br>.



Incinerador⁹



(IF-TO/INSTITUTO FEDERAL-TO - 2016) A poluição atmosférica é uma das consequências da maioria das atividades industriais, sendo que métodos de controle devem ser empregados para minimizar os impactos causados. Marque a alternativa que não é um método de controle da poluição do ar:

- a) Filtro MBBR
- b) Lavador Venturi
- c) Filtro de mangas
- d) Precipitador eletrostático
- e) Câmara gravitacional

Comentários:

Mesmo que não se soubesse o que é filtro MBBR, era possível acertar a questão por eliminação, visto que as demais alternativas apresentam corretamente equipamentos de controle da poluição do ar.

A título de conhecimento, um filtro MBBR (Moving Bed Biofilm Bioreactor) é utilizado no tratamento de efluentes líquidos, não gasosos. Portanto, a **alternativa A** está **errada** e é o nosso gabarito.

⁹ Fonte: Gestão de Fontes Estacionárias de Poluição Atmosférica: Paulo Sérgio Fernandes. Disponível em: <http://www.ambiental.ufpr.br>.



QUESTÕES COMENTADAS – CAMADAS DA ATMOSFERA E COMPOSIÇÃO DO AR - MULTIBANCAS



1. (AMEOSC/PREFEITURA DE ITAPIRANGA-SC - 2022) Dentre os elementos que compõem os gases atmosféricos, podemos citar o _____ que apresenta as seguintes características:

1. Abundância: é o 3º gás atmosférico mais abundante, representando 0,94% da composição da atmosfera, é proveniente do decaimento radioativo do potássio-40 e pode ser obtido comercialmente pela destilação do ar líquido.

2. Propriedades: Devido a sua alta estabilidade química, possui uma vasta aplicação no que se refere à conservação de materiais oxidáveis, sendo utilizado, por exemplo, na conservação de obras artísticas em museus.

3. Usos: é utilizado como gás de preenchimento dos tubos de lâmpadas fluorescentes, garantindo uma atmosfera inerte no interior da lâmpada.

Fonte: Santos, Alda Ernestina dos. Tabela periódica: curiosidades que você precisa saber sobre os elementos químicos: Instituto Federal de Minas Gerais, 2021.

Complete a lacuna com o elemento atmosférico e marque a opção CORRETA:

- a) Oxigênio.
- b) Selênio.
- c) Nitrogênio.
- d) Argônio.

Comentários

O gás argônio (Ar) é o terceiro com maior concentração na atmosfera, embora ocupe cerca de apenas 0,9% do ar. Trata-se de um gás nobre inerte, isto é, com baixo potencial de reação com outros elementos e que historicamente é proveniente do decaimento radioativo de um isótopo do potássio presente em minerais.

Logo, a **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito.

2. (OMNI/PREFEITURA DE SANTANA DO LIVRAMENTO-RS – 2021) As camadas da atmosfera representam as divisões da atmosfera terrestre em níveis com características particulares. A divisão mais comum baseia-se na variação da temperatura de acordo com a altitude, mas há outras maneiras de dividir e classificar as camadas, como por meio do critério relacionado com a



composição do ar. A classificação baseada na temperatura divide a atmosfera em cinco camadas: troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera e exosfera. Sobre as camadas da atmosfera, assinale a alternativa CORRETA:

a) A estratosfera é considerada a mais fria entre as camadas da atmosfera. Essa redução de temperatura deve-se ao fato de que, na estratosfera, há baixa concentração de moléculas em decorrência da redução do calor que provém da camada de ozônio.

b) A mesosfera é também chamada de ionosfera. Esse nome é dado porque nessa camada concentra-se uma grande quantidade de íons (partículas carregadas de eletricidade), que possibilitam a reflexão de ondas de rádio. O ar na mesosfera é extremamente rarefeito, predominando o gás hidrogênio.

c) A troposfera corresponde à primeira camada da atmosfera, ou seja, é a que mais se aproxima da superfície terrestre. É nessa camada que os seres vivos podem respirar, normalmente. Apesar de apresentar uma extensão inferior às demais camadas, a troposfera constitui cerca de 80% da massa atmosférica.

d) Nenhuma das alternativas.

Comentários

A **alternativa A** está errada, porque a camada mais fria da atmosfera é a mesosfera.

A **alternativa B** está errada, visto que a camada que é chamada de ionosfera é a termosfera (não a mesosfera), em razão da grande quantidade de partículas eletricamente carregadas (íons) nela presentes.

A **alternativa C** está correta e é o nosso gabarito, pois a troposfera é a camada mais próxima à superfície, iniciando ao nível do mar e podendo chegar a 18 km, a depender da região (nas regiões polares a altitude dela é menor do que nas regiões tropicais). É na troposfera que os seres vivos estão inseridos e onde ocorrem os fenômenos meteorológicos, como as chuvas, pelo fato de ser nessa camada que está presente quase todo o vapor de água da atmosfera.

A **alternativa D** está errada, porque a alternativa C está correta.

3. (FUNDATEC/PREFEITURA DE VACARIA-RS – 2021) A atmosfera terrestre pode ser dividida em camadas com características e composição específicas. Sobre isso, relacione a Coluna 1 à Coluna 2, associando essas camadas às suas respectivas características.

Coluna 1

1. Estratosfera.
2. Mesosfera.
3. Termosfera.
4. Troposfera.

Coluna 2



() Terceira camada a partir da superfície terrestre. Estudos sobre ela são essenciais para entender as mudanças de longo prazo na atmosfera e como essas mudanças afetam o clima.

() Camada mais densa da atmosfera e a mais importante para a vida em todas as suas diferentes formas.

() Camada mais extensa. Nela se localizam os satélites e a ocorrência dos fenômenos das auroras polares.

() Onde está localizada a camada de ozônio absorvendo os raios ultravioletas.

A ordem correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é:

a) 2 – 4 – 3 – 1.

b) 2 – 4 – 1 – 3.

c) 3 – 1 – 2 – 4.

d) 4 – 2 – 3 – 1.

e) 4 – 1 – 3 – 2.

Comentários

A Terceira camada da atmosfera é a mesosfera. Ela começa no limite da estratosfera (até aprox. 50 km) e pode chegar a cerca de 80 km, sendo responsável por proteger a Terra da entrada de meteoros. Na verdade, o planeta está a todo tempo sendo atingido por pequenos meteoros, mas que explodem diante do atrito encontrado nessa faixa da atmosfera.

A camada mais próxima à superfície é a troposfera, iniciando ao nível do mar e podendo chegar a 18 km, a depender da região (nas regiões polares a altitude dela é menor do que nas regiões tropicais). É na troposfera que os seres vivos estão inseridos e onde ocorrem os fenômenos meteorológicos, como as chuvas, pelo fato de ser nessa camada que está presente quase todo o vapor de água da atmosfera.

A camada mais extensa é a termosfera, que também pode ser chamada ionosfera, em razão da grande quantidade de partículas eletricamente carregadas (íons) nela presentes.

A estratosfera começa no limite da troposfera (até aprox. 18 km) e pode chegar a cerca de 50 km, sendo uma camada muito importante por conter a camada de ozônio, que é responsável por filtrar a radiação ultravioleta (UV) emitida pelo Sol.

Assim, a sequência correta é 2 – 4 – 3 – 1., sendo a **alternativa A** o nosso gabarito

4. (AOC/PREFEITURA DE BELÉM-PA - 2021) A atmosfera terrestre possui um arranjo vertical muito mutável em relação à composição, temperatura, umidade e aos movimentos. De acordo com fins científicos, costuma-se dividir a atmosfera em diversas camadas, em cujas regiões encontram-se especificidades relevantes. A camada da atmosfera, principal domínio dos meteorologistas e



onde as nuvens do tipo Stratus, Altocumulus e Stratocumulus podem ser encontradas, é definida como

- a) mesosfera.
- b) estratosfera.
- c) termosfera.
- d) troposfera.
- e) estratopausa.

Comentários

Conforme estudamos, a troposfera é a camada mais próxima à superfície, iniciando ao nível do mar e podendo chegar a 18 km, a depender da região (nas regiões polares a altitude dela é menor do que nas regiões tropicais). É nessa camada em que as nuvens estão presentes, mesmo as mais altas.

Lembre-se que é nas camadas da atmosfera mais próximas à Terra que ocorrem os principais fenômenos que afetam a superfície da Terra, como os deslocamentos de massas de ar e os ventos, as precipitações meteorológicas, as mudanças do clima e a absorção da radiação ultravioleta.

Logo, a **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito.

5. (AMEOSC/PREFEITURA DE PARAÍSO-SC - 2021) É o segundo gás mais abundante na atmosfera, contribui para a sobrevivência dos seres vivos e ajuda a proteger a camada de ozônio contra os raios ultravioletas. A afirmação anterior se refere a qual desses gases descritos abaixo, marque a alternativa CORRETA.

- a) Gás carbônico.
- b) Nitrogênio.
- c) Argônio.
- d) Oxigênio.

Comentários

Só de falar que é o segundo gás mais abundante, já deveríamos saber que se trata do oxigênio, o qual representa cerca de 21% do volume da atmosfera.

Assim, a **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito.

6. (IBFC/PREFEITURA DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE-RN - 2021) "Em volta da Terra há uma frágil camada de um gás chamado Ozônio (O₃), que protege animais, plantas e seres humanos dos ____ emitidos pelo Sol. Na superfície terrestre, o ozônio contribui para agravar a poluição do ar das cidades e a chuva ácida, mas, nas alturas da ____, é um filtro a favor da vida" (WWF, 2020). Assinale a alternativa que preencha correta e respectivamente as lacunas.

- a) raios ultravioletas / estratosfera



- b) raios X / exosfera
- c) raios gama / termosfera
- d) raios infravermelho / troposfera

Comentários

Lembre-se que o ozônio nos protege dos raios ultravioletas e que isso ocorre na ozonoesfera, região presente na estratosfera.

Logo, a **alternativa A** está correta e é o nosso gabarito.

7. (CEBRASPE/SEDUC-AL – 2021) Diversos ciclos estão associados à vida na Terra, como, por exemplo, os ciclos da água, do carbono e do nitrogênio. Considerando tais ciclos e suas relações com os movimentos da Terra, a energia solar e as condições ambientais, julgue o item que se segue.

Se uma grande quantidade de gás carbônico fosse removida da atmosfera, seria esperada uma menor retenção de calor na atmosfera da Terra, por diminuição do efeito estufa.

Comentários

O gás carbônico é responsável por manter a temperatura ideal na Terra com o efeito estufa. Caso uma grande quantidade de CO₂ fosse retirada, a temperatura também seria reduzida pela diminuição do processo do efeito estufa. Portanto, questão correta!

8. (CEBRASPE/SEDUC-AL – 2021) A Terra recebe energia radiante do Sol a um regime de $17 \times 10^{16} \text{ W}$, emitindo essa mesma potência. A emissão depende da temperatura da Terra, ou seja, a temperatura do planeta tal qual o conhecemos é a temperatura de equilíbrio na qual a admissão é igual à emissão de radiação. Internet: <www.fem.unicamp.br> (com adaptações).

Tendo como referência inicial as informações apresentadas nesse texto, julgue os próximos itens, relativos à energia e à vida na Terra.

Devido à gravidade, a atmosfera terrestre torna-se mais rarefeita conforme se distancia da superfície do planeta.

Comentários

A atmosfera é mais densa quanto mais próximo da superfície terrestre justamente em razão da gravidade que atua sobre as partículas do ar.

Então, quanto mais distante da superfície do planeta, mais rarefeita a atmosfera. Questão correta!

9. (CESGRANRIO/PETROBRAS – 2018) A atmosfera é subdividida em camadas, considerando o perfil vertical de temperatura.

Em relação às camadas atmosféricas, identifica-se que, na



- a) estratosfera, a temperatura não varia, e é inferior à das demais camadas.
- b) mesosfera, a temperatura é crescente com a altitude, até a mesopausa.
- c) tropopausa, a temperatura é muito alta e, por isso, ocorre um fluxo de partículas carregadas, responsável pela aurora boreal no hemisfério norte.
- d) termosfera, a temperatura aumenta com a altitude, e seu limite superior é chamado de termopausa.
- e) exosfera, ocorre o fenômeno da inversão térmica, simultaneamente ao aumento da densidade do ar.

Comentários

A **alternativa A** está errada, porque a temperatura na estratosfera varia sim, aumentando à medida que a altitude também cresce.

A **alternativa B** está errada, visto que as temperaturas da mesosfera diminuem à medida que a altitude aumenta.

A **alternativa C** está errada, pois as auroras boreais e austrais ocorrem na camada da termosfera, não na tropopausa.

A **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito. Diferentemente do que acontece na mesosfera, a temperatura na termosfera sobe à medida que a altitude aumenta, podendo chegar a mais de 1.000 °C na termopausa.

A **alternativa E** está errada, porquanto a inversão térmica ocorre próxima à superfície terrestre, na troposfera.



QUESTÕES COMENTADAS – ILHAS DE CALOR - MULTIBANCAS



1. (PROGEPE/UFPR – 2021) No clima dos grandes centros urbanos, os enormes edifícios, as vastas áreas impermeabilizadas, o asfaltamento de ruas e avenidas e a redução das áreas verdes ocasionam a elevação das médias térmicas de tal modo que a área central é mais quente que as áreas mais afastadas, como as periferias urbanas e as áreas rurais vizinhas. A denominação atribuída a esse fenômeno é:
- a) inversão térmica.
 - b) efeito estufa.
 - c) domo de calor.
 - d) *smog*.
 - e) ilha de calor.

Comentários

Os centros urbanos apresentam características que favorecem o aumento da temperatura nesses locais, tais como a concentração de fontes de calor nas cidades, excesso de asfalto, prédios, pouca vegetação, emissão de poluentes condutores de calor, entre outros.

Desse modo, a ilha de calor urbana é caracterizada pela temperatura média anual em um centro urbano mais alta do que a de suas redondezas. Para se ter ideia, em alguns casos essa diferença pode atingir mais de 10 °C.

Sendo assim, a **alternativa E** está correta e é o nosso gabarito.

2. (OBJETIVA/PREFEITURA DE CASCAVEL-PR – 2020) Climas urbanos são caracterizados pela grande influência que a superfície construída da cidade exerce sobre a atmosfera adjacente. Em dias de bom tempo, áreas como o centro da cidade, coberto por edifícios altos, armazenam quantidades de calor maiores do que bairros com prédios baixos, com casas, intercalados por pequenos jardins e praças. A energia armazenada durante o dia é liberada à noite, acarretando temperaturas mais elevadas em áreas mais densamente construídas do que em áreas menos urbanizadas. O fenômeno descrito é conhecido como:
- a) Evaporação.
 - b) Ilhas de frescor.
 - c) Ilhas de calor.



- d) Vento em cânion.
- e) Sublimação.

Comentários

Os centros urbanos apresentam características que favorecem o aumento da temperatura nesses locais, tais como a concentração de fontes de calor nas cidades, excesso de asfalto, prédios, pouca vegetação, emissão de poluentes condutores de calor, entre outros.

Desse modo, a ilha de calor urbana é caracterizada pela temperatura média anual em um centro urbano mais alta do que a de suas redondezas. Para se ter ideia, em alguns casos essa diferença pode atingir mais de 10 °C.

Portanto, a **alternativa C** está correta e é o nosso gabarito.

3. (VUNESP/PREFEITURA DE SÃO PAULO-SP – 2015) Na cidade de São Paulo, diversos estudos vêm demonstrando a ocorrência das "ilhas de calor", fenômeno que é diretamente relacionado

- a) a inúmeras variáveis, como a maior proximidade das baixadas fluviais, inexistência de vegetação arbórea e fraca circulação de ventos.
- b) às altas temperaturas e ao forte processo de evaporação encontrado nas áreas próximas de represas e mananciais que perderam a cobertura vegetal.
- c) aos padrões de uso e ocupação do solo, tais como a grande concentração de edifícios, a pavimentação das vias e a rarefação de árvores.
- d) à rápida expansão da mancha urbana, sobretudo nas áreas mais periféricas, onde há fortes adensamentos e menor intervenção do setor público.
- e) ao avanço de massas de ar úmido, vindas do oceano, as quais, ao atingirem a capital, provocam elevação de temperatura e nebulosidade.

Comentários

Vimos que as principais causas das ilhas de calor são os materiais encontrados nos edifícios e pavimentações, bem como a redução da cobertura vegetal (rarefação de árvores)

Portanto, a **alternativa C** está correta e é o nosso gabarito.

4. (VUNESP/MPE-SP – 2014) Considere as seguintes situações encontradas em grandes cidades como São Paulo.

- I- Elevada concentração de superfícies urbanas como o asfalto, paredes de tijolo ou concreto, telhas de barro e de amianto, que absorvem calor.
- II- Reduzido número de áreas verdes.
- III- Concentração de edifícios, que interfere na circulação dos ventos.
- IV- Poluição atmosférica provocada pelo uso de combustíveis como o petróleo.



A combinação dos fatores enumerados é responsável

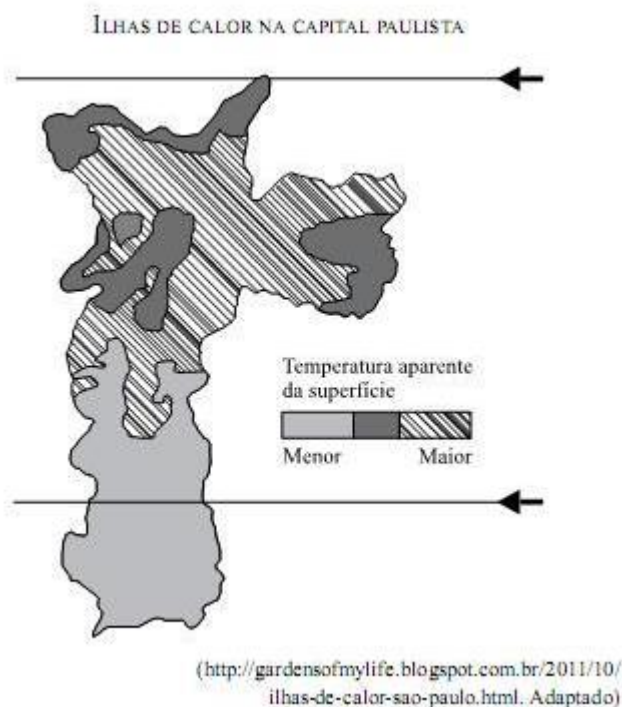
- a) pelo forte aquecimento da atmosfera, nas áreas periféricas das cidades.
- b) pela ocorrência de geadas em áreas urbanas, no inverno.
- c) pelo aumento do volume de chuvas, na periferia das cidades.
- d) pelo desaparecimento dos lençóis freáticos urbanos.
- e) pela formação de ilhas de calor, nas áreas centrais das cidades.

Comentários

Os itens da questão nada mais trouxeram algumas das causas das ilhas de calor.

Sendo assim, a **alternativa E** está correta e é o nosso gabarito.

5. (VUNESP/PREFEITURA DE SÃO PAULO-SP – 2013) A questão está relacionada ao mapa apresentado a seguir.



O fenômeno das ilhas de calor na capital de São Paulo está relacionado

- a) às proximidades das várzeas dos rios, onde há maior evaporação e umidade.
- b) às áreas de relevo mais acidentado, a exemplo do que ocorre nos bairros de Perdizes e Pompeia.
- c) à melhor qualidade do ar atmosférico, ou seja, onde há menos poluição, e as temperaturas são mais altas.
- d) às áreas onde há maior adensamento de construções, asfalto e poucas áreas verdes.
- e) aos locais com maior concentração industrial, como ocorre nos bairros da Mooca e do Jardim Ângela.



Comentários

Conforme vimos, algumas das principais causas das ilhas de calor são as construções, o asfalto e poucas áreas verdes.

Portanto, a **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito.

6. (CEBRASPE/SEDF – 2017) Julgue o item a seguir, relativo à interação entre sociedade e natureza.

A densificação urbana gera um processo denominado ilhas de calor, que, com o aumento da temperatura, atuam como zonas de alta pressão, reduzindo a poluição nas áreas urbanas de maior adensamento populacional.

Comentários

Em termos de poluição atmosférica, as ilhas de calor são fenômenos relevantes porque o contraste de temperatura forma uma circulação convectiva que contribui para a concentração de poluentes sobre as grandes cidades.

Portanto, a afirmativa está errada.



QUESTÕES COMENTADAS – INVERSÃO TÉRMICA - MULTIBANCAS



1. (ADM&TEC/PREFEITURA DE LAJEDO-PE – 2022, adaptada) Julgue o item a seguir.

A inversão térmica é um fenômeno natural que ocorre principalmente nos grandes centros urbanos industrializados. Ele consiste no aumento de circulação do ar frio (mais denso), devido às correntes marítimas quentes, o que provoca a ocorrência de chuvas ácidas.

Comentários

A questão misturou um monte de coisa! Inversão térmica é um fenômeno natural caracterizado pela retenção temporária do ar frio próximo da superfície. Junto do ar frio ficam retidos também os gases e resíduos poluentes da atmosfera, impedindo sua dispersão.

Questão **errada**.

2. (CEBRASPE/SERIS-AL – 2021) Atualmente, muitas regiões do planeta estão cercadas por problemas ambientais, tais como a deterioração da qualidade do ar e seus impactos negativos. A esse respeito, julgue o item seguinte.

A inversão térmica é um processo meteorológico, no qual o ar quente fica aprisionado próximo à superfície, pressionado por uma camada de ar frio, mais denso.

Comentários

É o contrário: uma camada de ar frio fica aprisionada próxima a superfície pela camada mais quente em maior altitude. Questão **errada**.

3. (CEBRASPE/SEDUC-AL – 2021) Acerca de impactos ambientais provocados pelo ser humano e pelas atividades antrópicas no meio ambiente, julgue o item subsequente.

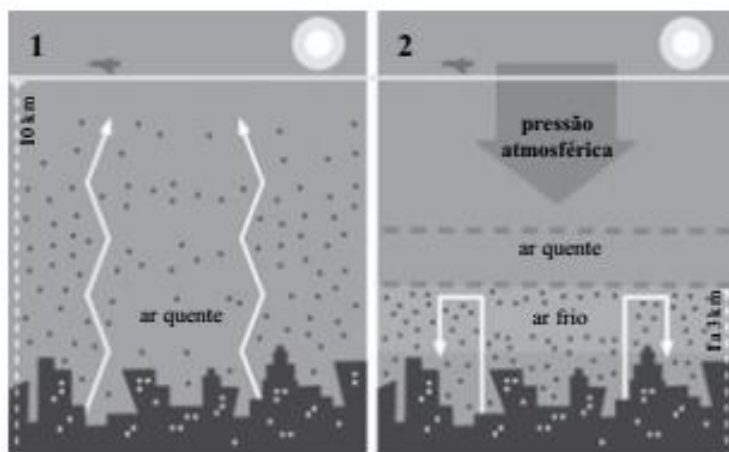
No fenômeno atmosférico de inversão térmica, comum nos centros urbanos industrializados, o ar frio permanece acima do ar quente, impedindo-o de subir.

Comentários

A questão inverteu as posições das massas de ar. Questão **errada**.

4. (VUNESP/MPE-ES – 2013) O processo ilustrado pelas figuras 1 e 2 ocorre principalmente nas grandes cidades em função de variantes ambientais.





(<http://revistapesquisa.fapesp.br>)

A condição representada em 2 é denominada

- a) efeito estufa.
- b) inversão térmica.
- c) irradiação do ultravioleta.
- d) refração urbana.
- e) dispersão atmosférica.

Comentários

Note o ar frio “aprisionado” pelo ar quente, o que configura a inversão térmica.

Gabarito: **alternativa B.**

5. (CEBRASPE/IEAMA-ES – 2007) As condições meteorológicas estão correlacionadas com uma série de fenômenos naturais e fatores ambientais, tais como índices de precipitação e poluição atmosférica. Com relação a esse assunto, julgue o item que se segue.

No inverno, a poluição atmosférica é acentuada devido a condições meteorológicas relacionadas com a inversão térmica, que favorecem a estagnação da atmosfera.

Comentários

A inversão térmica é relevante em termos de poluição atmosférica porque ela impede a **dispersão** de poluentes emitidos pelas fontes presentes na superfície terrestre. No período de **inverno**, esse fenômeno se intensifica, uma vez que a camada de inversão fica mais estreita, o que aprisiona os poluentes de um modo mais próximo da população. Questão **correta**.

6. (CEBRASPE/PREFEITURA DE ARACAJU-SE – 2003) Um programa de controle de poluição do ar em uma cidade depende do conhecimento de certos aspectos que interferem na qualidade do ar. A respeito desse assunto, julgue o item subsequente.



Os episódios críticos de poluição do ar quase sempre acontecem em períodos em que ocorre o fenômeno de inversão térmica da atmosfera, que se caracteriza pela diminuição da temperatura com a altitude, nas camadas mais baixas da atmosfera.

Comentários

A diminuição da temperatura com a altitude é a situação "normal". Na situação de inversão térmica, após a camada mais fria que está mais próxima à atmosfera, encontra-se uma camada mais quente.

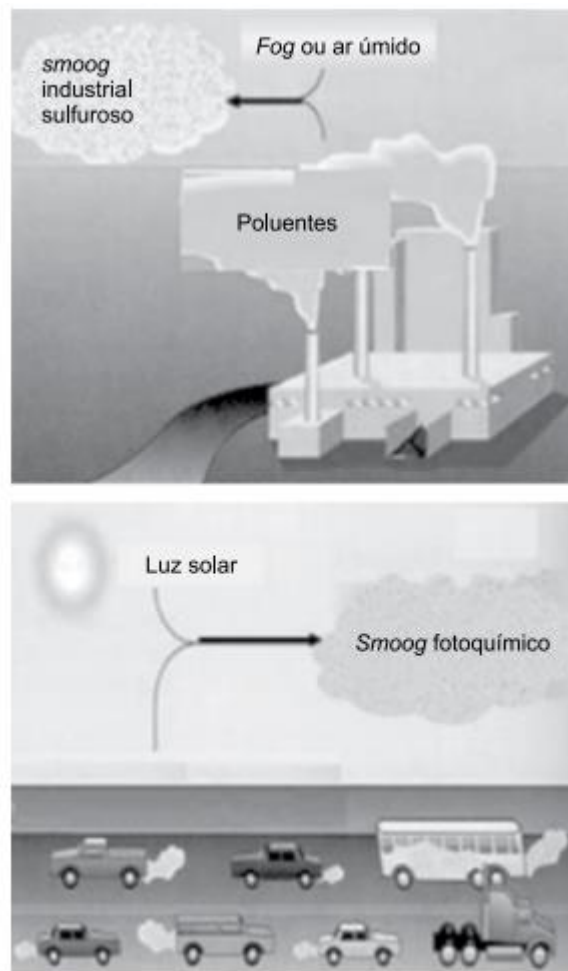
Logo, questão **errada**.



QUESTÕES COMENTADAS – SMOG - MULTIBANCAS



1. (VUNESP/PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS-SP – 2019) A poluição atmosférica capaz de formar uma neblina, composta por uma mistura de gases, material particulado e vapores de água recebe o nome de *smog* (*smoke* + *fog*) que é a junção das palavras fumaça e neblina da língua inglesa. Entretanto o termo *smog* é genérico, podendo ser classificado ainda em *smog* sulfuroso e *smog* fotoquímico, conforme ilustrado na figura.



(http://www.dca.iag.usp.br/material/mftandra2/ACA0225/Meteorologia_Polui%C3%A7%C3%A3o%20Atmosf%C3%A9rica_Thiago.pdf. Adaptado)

A partir das fontes poluentes da figura, é correto afirmar que os poluentes secundários formados pelo *smog* sulfuroso e pelo fotoquímico são, respectivamente,

- a) SO_2 , partículas de fuligem e NO_x , compostos orgânicos voláteis (COV).



- b) CO_2 , partículas de fuligem e HNO_3 , NO_x .
- c) H_2SO_4 , sulfatos e HNO_3 , ozônio (O_3).
- d) material particulado, NO_x e aldeídos, H_2SO_4 .
- e) Metano, CO e compostos orgânicos voláteis, SO_2 .

Comentários

O **smog industrial/ácido** é composto por uma mistura de fumaça, neblina, cinzas, fuligem e compostos como dióxido de enxofre (SO_2) e **ácido sulfúrico** (H_2SO_4), oriundos principalmente de **emissões industriais** e queima de **carvão**. Devido à sua composição, apresenta coloração escura. Este tipo de smog **não** carece de **luz** para acontecer e normalmente é percebido nas épocas de **inverno**.

Já o **smog fotoquímico** é resultado de reações químicas causadas pela luz solar em diversos poluentes, tais como o **ozônio** (O_3), os óxidos de nitrogênio (principalmente NO_2) e os compostos orgânicos voláteis (COV), podendo ainda formar peróxido de oxigênio (H_2O_2), nitrato de peroxiacetil ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{NO}_3$) e o **ácido nítrico** (HNO_3).

Portanto, a **alternativa C** está **correta** e é o nosso gabarito.

2. (CEBRASPE/MPU – 2013) Julgue o item seguinte, acerca de poluentes ambientais.

Os veículos são os principais agentes do smog fotoquímico: emitem gases, como óxido de nitrogênio e monóxido de carbono, que sofrem reações na atmosfera por efeito da radiação solar, gerando novos poluentes.

Comentários

O smog fotoquímico é resultado de reações químicas causadas pela luz solar em diversos poluentes, tais como o ozônio (O_3), os óxidos de nitrogênio (principalmente NO_2) e os compostos orgânicos voláteis (COV). A queima incompleta de combustíveis fósseis por parte de veículos automotores de fato contribui de maneira decisiva para este tipo de smog, que é mais facilmente percebido nos grandes centros urbanos em épocas secas e de temperaturas elevadas. Questão **correta**!

3. (CEBRASPE/IBAMA – 2013) A química ambiental relaciona-se com produção, transporte, reações, efeitos e destinos das espécies químicas na água, no ar, no solo e nos ambientes biológicos, bem como com os efeitos das atividades humanas. Com base nesse assunto, julgue os itens a seguir.

O gás ozônio, na estratosfera, absorve grande parte da radiação ultravioleta e reduz a incidência desse tipo de radiação na superfície terrestre. A presença desse gás, em baixos níveis, na atmosfera está associada à poluição atmosférica, particularmente ao smog fotoquímico.

Comentários

Questão mal feita! Isso porque o termo “em baixos níveis” está mal empregado. Não dá para saber se se refere à concentração do gás ozônio ou à altitude dele na atmosfera. A vírgula está mal empregada.

Talvez por isso a banca tenha considerado como **errada**.



4. (FCC/CAIXA ECONÔMICA FEDERAL – 2013, adaptada) A poluição do ar é um tema muito discutido atualmente. Dentre as questões envolvidas e consequências, julgue o item seguinte.

O smog se forma em grandes cidades onde a poluição do ar é elevada e provocada, pela queima de combustíveis fósseis (gasolina e diesel) pelos veículos automotores. Sendo assim, este tipo de evento tem pouca interferência com a presença de indústrias.

Comentários

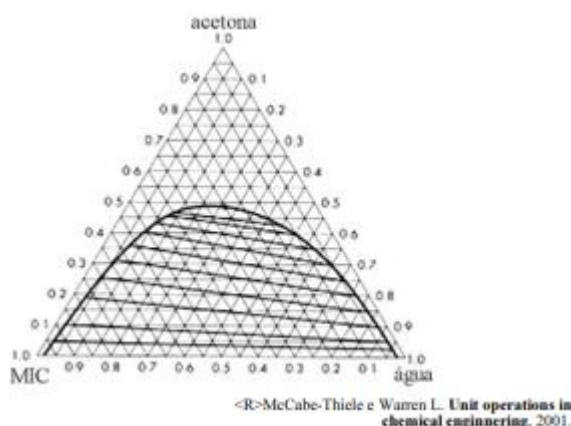
De modo geral, o smog é formado por compostos oriundos da combustão incompleta de combustíveis fósseis e de fumos industriais. Questão **errada!**



QUESTÕES COMENTADAS – EQUIPAMENTOS DE CONTROLE DE EFLUENTES GASOSOS - MULTIBANCAS



1. (CEBRASPE/PETROBRAS – 2022)



As extrações de um gás por um líquido (absorção), de um líquido por um gás (esgotamento), de um gás por um sólido, de um líquido por um líquido e de um líquido por um sólido são operações que definem os processos de separação na indústria química e envolvem balanços de transferência de massa. Considerando tais operações e o digrama triangular de fases para a extração de um líquido por um líquido — acetona-água- MIC (metilisobutilcetona) —, ilustrado na figura acima, julgue o item que se segue.

O funcionamento de um ciclone envolve a entrada de um gás contendo partículas sólidas no equipamento, dentro do qual a corrente do fluido recebe a ação de uma força centrífuga que, ao final da operação, envia as partículas sólidas para o tubo vertical superior, ao passo que o ar limpo sai ao fundo do ciclone.

Comentários

Ao entrar no ciclone, a corrente gasosa é forçada a girar no interior do equipamento. Desse modo, as partículas maiores que não acompanham o movimento do gás colidem com as paredes do ciclone e são direcionadas para a parte inferior do equipamento, pela ação da força gravitacional, onde são coletadas.

Já as partículas menores giram com o gás e adquirem velocidade angular, mas, em decorrência da rotação em torno do eixo do equipamento e de sua massa, pela ação da força centrífuga elas são direcionadas para as paredes do equipamento e, posteriormente, seguem o mesmo caminho das partículas maiores.



Dessa maneira, o material particulado capturado sai pela parte inferior do ciclone e o gás "limpo" sai pela parte superior (não pelo fundo) do equipamento.

Questão **errada!**

2. (CEBRASPE/MPE-TO – 2006) As medidas escolhidas para um plano de controle da poluição atmosférica devem ser selecionadas após um exame completo dos benefícios e custos de todas as ações possíveis. As medidas preventivas são extremamente interessantes. Um exemplo dessas medidas no Brasil foi a limitação da emissão de poluentes por veículos automotores, um programa iniciado pelo PROCONVE em 1986. A curto prazo, todavia, procura-se um dispositivo que possa ser ligado a uma fonte de poluição de forma a reduzir ou remover totalmente os poluentes. Em relação ao controle da poluição atmosférica, julgue o item abaixo.

Materiais particulados são as partículas de material sólido e(ou) líquido capazes de permanecer em suspensão, como, por exemplo, poeira, fuligem, partículas de óleo e pólen. Os dispositivos utilizados na remoção de material particulado incluem o precipitador eletrostático, o filtro de manga, o separador ciclônico e o lavador de gás.

Comentários

Questão **correta!** O MP não consiste em uma substância específica, mas em uma mistura de partículas **líquidas** e **sólidas** em suspensão na atmosfera. A composição do MP depende das fontes de emissão, mas pode incluir bactérias, fungos, vírus, partículas de areia/ solo, pólen, poeira cósmica, entre muitos outros compostos. Além do mais, os dispositivos mencionados podem auxiliar a remoção de material particulado, conforme vimos.

3. (IBFC/IDAM-AM - 2019) Leia abaixo o texto sobre meios de controle de poluição atmosférica.

Quando pensado o problema da poluição do ar, quatro etapas devem ser pensadas para serem controladas: a produção, a emissão, o transporte e a recepção dos poluentes. Diversas técnicas podem ser utilizadas para que se reduza os riscos, entre elas os coletores de partículas, que utilizam as _____ e massas para fazer com que as _____ sejam coletadas por sistemas gravitacionais, inerciais ou centrífugos. Para o controle de gases e vapores, pode-se utilizar a absorção, que é o sistema onde o gás ou o vapor é colocado em contato com um líquido no qual ele é _____, havendo transferência de massa do gás para o líquido. Na adsorção, a retenção é feita por forças intermoleculares de substâncias com alta _____ específica.

Assinale a alternativa que completa correta e respectivamente as lacunas.

- a) dimensões/ maiores/ solúvel/ superfície
- b) peso/ maiores/ dissolvido/ área
- c) dimensões/ menores/ dissolvido/ superfície
- d) densidade/ menores/ insolúveis/ volume

Comentários



Analisando a frase proposta pela questão, devemos saber que tipos de fatores influenciam os coletores de partículas, como a câmara gravitacional e o ciclone. Conforme estudamos, quanto **maior** a **dimensão** e a **massa** das partículas, mais facilmente elas serão captadas por tais instrumentos.

Já em relação aos sistemas de controle de poluentes gasosos, a absorção é o sistema em que o gás ou vapor é colocado em contato com um líquido no qual ele é **solúvel** e os adsorvedores utilizam adsorventes que sejam possuam **grande área superficial** específica. Por isso, os bons adsorventes são altamente porosos, mas os poros possuem diâmetros pequenos.

Dessa maneira, a **alternativa A** está **correta** e é o nosso gabarito.

4. (CETREDE/JUAZEIRO DO NORTE-CE - 2018) A respeito dos equipamentos de controle de poluição atmosférica, leia atentamente as afirmações a seguir e marque (V) para as VERDADEIRAS e (F) para as FALSAS.

() A redução catalítica seletiva reduz NOx para nitrogênio em um leito catalítico por meio de reação com amoníaco.

() A torre de carvão ativado não é indicada para a remoção de hidrocarbonetos totais.

() O lavador de gases tipo venturi remove material particulado e SOx.

() Os filtros de manga não removem material particulado.

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

A **primeira afirmação** está **correta**, porque de fato o sistema de redução catalítica seletiva (RCS ou, em inglês, SCR) reduz os óxidos de nitrogênio (NOx) por meio de catalisadores (platina, ródio ou zeólitos) e redutores (amônia ou ureia). Os agentes redutores juntamente com os catalisadores reagem com os NOx formando amônia e água. É um tipo de controle da poluição utilizada, por exemplo, em veículos automotores, que são uma das principais fontes de óxidos de nitrogênio.

A **segunda afirmação** está **errada**, porquanto as torres de carvão ativado são justamente indicadas para eliminar os vapores de hidrocarbonetos, sobretudo em ar comprimido.

A **terceira afirmação** está **correta**, pois, a rigor, os lavadores podem ser utilizados na limpeza de correntes gasosas para remoção tanto de poluentes gasosos como de material particulado em suspensão.

A **quarta afirmação** está **errada**, porquanto filtros de manga são equipamentos bastante eficientes para remover partículas até mesmo com diâmetro menores de 1 µm



Desse modo, a sequência correta é V-F-V-F, sendo a **alternativa D** o nosso gabarito.

5. (FADESP/INSTITUTO FEDERAL-PA – 2018) Uma indústria emite para a atmosfera particulados muito finos em temperatura muito alta. Nessa situação o dispositivo de controle de poluição mais apropriado é

- a) lavador Venturi.
- b) precipitador eletrostático.
- c) filtro de manga.
- d) coletor ciclônico.
- e) condensador de vapor.

Comentários

Particularmente, não gosto deste tipo de questão em razão da subjetividade e da falta de maiores dados. Por exemplo, o enunciado afirma que são emitidos particulados muito finos e em temperatura muito alta. Mas quão finos são tais particulados e quão alta é essa temperatura?

De qualquer maneira, o que a questão tentou trazer foi a ideia de equipamento de proteção mais eficientes, em razão do tamanho das partículas. Desse modo, poderíamos eliminar as alternativas A e D, que trouxeram equipamentos para remoção de partículas maiores.

A alternativa E também pode ser eliminada, porque trouxe um equipamento de tratamento de gases, não de particulados. Sendo assim, restam apenas as alternativas B e C, mas lembre-se que uma das desvantagens dos filtros de manga é que não toleram altas temperaturas da corrente gasosa.

Sendo assim, a **alternativa B** está correta e é o nosso gabarito. Note como este tipo de questão é mais fácil de ser feita por eliminação!

6. (CONSULPLAM/CÂMARA DE JUIZ DE FORA-MG - 2018) Poluição é a introdução no meio ambiente de qualquer forma de matéria ou energia que possa afetar negativamente o homem ou outros organismos (Sánchez, 2008).

Sánchez, Luis Enrique. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. Editora Oficina de textos, 2008.

Para a poluição atmosférica há medidas de controle ambiental direta e indireta. Marque a alternativa que indique uma medida indireta de substituição de matérias-primas e reagentes.

- a) Eliminação do chumbo tetraetila na gasolina ou resina sintética no lugar de borracha.
- b) Equipamentos dentro de suas capacidades nominais e manutenção de equipamentos.
- c) Localização melhor definida para diminuir o impacto da poluição atmosférica.
- d) Chaminés elevadas levando em conta as condições meteorológicas

Comentários



Para responder a esta questão, bastava interpretar corretamente o texto, não sendo sequer necessário saber o que é medida direta ou indireta de controle da poluição do ar. Isso porque o próprio enunciado mencionou uma medida de substituição de matéria-prima e apenas uma alternativa apresentou uma redação condizente com isso. Desse modo, tem-se que:

A **alternativa A** está correta e é o nosso gabarito, porque descreveu um processo de substituição de matéria-prima.

A **alternativa B** está errada, visto que a utilização de equipamentos para controle da poluição é uma medida de proteção direta, não indireta.

A **alternativa C** está errada, porque uma melhor localização não é uma medida de substituição de matéria-prima ou reagente.

A **alternativa D** está errada, porquanto as chaminés elevadas não são medidas de substituição de matéria-prima ou reagente.

7. (FGV/COMPESA - 2016) Para o controle da poluição atmosférica foi instalado um equipamento para remoção de material particulado (MP) na chaminé de exaustão dos gases de uma indústria. Antes de passarem pelo dispositivo de controle, os gases possuem uma concentração de MP de $120.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e são expelidos, pela chaminé, a uma vazão de $80 \text{ m}^3/\text{s}$. Sabendo que o aparelho remove $0,5184$ toneladas métricas por dia, a eficiência de remoção de MP do aparelho é de

- a) $25,0 \%$.
- b) $35,5 \%$.
- c) $60,0 \%$.
- d) $62,5 \%$.
- e) $75,0 \%$.

Comentários

Os gases possuem concentração de MP de $120.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e são expelidos a uma vazão de $80 \text{ m}^3/\text{s}$, então temos que multiplicar a concentração pela vazão para encontrar a carga:

$$\text{Carga} = 120.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times 80 \text{ m}^3/\text{s} = 9.600.000 \mu\text{g}/\text{s}$$

$$9.600.000 \mu\text{g} \times \frac{1 \text{ g}}{1.000.000 \mu\text{g}} = 9,6 \text{ g/s}$$

Agora, vamos multiplicar por 86.400 segundos para ver quantos gramas em um dia:

$$9,6 \frac{\text{g}}{\text{seg}} \times 86.400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}} = 829.440 \frac{\text{g}}{\text{dia}} = 0,82944 \text{ toneladas/dia}$$

Como o equipamento de controle retira $0,5184$ tonelada por dia, ele retira:

$$\frac{0,82944}{0,5184} = 0,625 (62,5\%).$$



Logo, a eficiência dele é de **62,5%**, sendo a **alternativa D** o nosso gabarito.

8. (FGV/PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS-SC - 2014) Uma técnica que pode ser utilizada no controle da poluição do ar gerada por fontes móveis, como automóveis, é o uso de conversor catalítico, que:

- a) melhora a regulação do motor, diminuindo a emissão de chumbo, ozônio e monóxido de carbono;
- b) oxida o monóxido de carbono e hidrocarbonetos para dióxido de carbono e água;
- c) controla a evaporação de hidrocarbonetos no tanque de combustível;
- d) melhora a proporção ar/combustível, reduzindo o monóxido de carbono e hidrocarbonetos;
- e) catalisa a reação entre o ozônio e óxido nitroso, eliminando o ozônio e restando o chumbo.

Comentários

Vimos que os catalisadores de automóveis podem agir para reduzir os NOx, por exemplo, e oxidar o CO (monóxido de carbono) e hidrocarbonetos, convertendo-os em agentes não tóxicos, como CO₂, H₂O, O₂ e N₂.

Sendo assim, a **alternativa B** está correta e é o nosso gabarito.

9. (FGV/PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS-SC - 2014) Entre os equipamentos utilizados para o controle de poluentes particulados do ar, temos:

- a) os vertedores cônicos e as câmaras de reconversão;
- b) as câmaras de aeração e as grelhas de sedimentação;
- c) os redutores de dureza e os floculadores de ressonância;
- d) os precipitadores eletrostáticos e as câmaras de sedimentação;
- e) os floculadores de vácuo e os tanques de multisedimentação.

Comentários

Os principais equipamentos de controle da poluição do ar são: câmara gravitacional, ciclone, precipitador eletrostático, filtro de manga, lavador Venturi, condensador, absorvedor, adsorvedor, incinerador, separador de membrana, biofiltro e catalisadores.

Câmaras de sedimentação nada mais são do que câmaras gravitacionais.

Sendo assim, a **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito.



LISTA DE QUESTÕES – CAMADAS DA ATMOSFERA E COMPOSIÇÃO DO AR - MULTIBANCAS



1. (AMEOSC/PREFEITURA DE ITAPIRANGA-SC - 2022) Dentre os elementos que compõem os gases atmosféricos, podemos citar o _____ que apresenta as seguintes características:

1.Abundância: é o 3º gás atmosférico mais abundante, representando 0,94% da composição da atmosfera, é proveniente do decaimento radioativo do potássio-40 e pode ser obtido comercialmente pela destilação do ar líquido.

2.Propriedades: Devido a sua alta estabilidade química, possui uma vasta aplicação no que se refere à conservação de materiais oxidáveis, sendo utilizado, por exemplo, na conservação de obras artísticas em museus.

3.Usos: é utilizado como gás de preenchimento dos tubos de lâmpadas fluorescentes, garantindo uma atmosfera inerte no interior da lâmpada.

Fonte: Santos, Alda Ernestina dos. Tabela periódica: curiosidades que você precisa saber sobre os elementos químicos: Instituto Federal de Minas Gerais, 2021.

Complete a lacuna com o elemento atmosférico e marque a opção CORRETA:

- a) Oxigênio.
- b) Selênio.
- c) Nitrogênio.
- d) Argônio.

2. (OMNI/PREFEITURA DE SANTANA DO LIVRAMENTO-RS – 2021) As camadas da atmosfera representam as divisões da atmosfera terrestre em níveis com características particulares. A divisão mais comum baseia-se na variação da temperatura de acordo com a altitude, mas há outras maneiras de dividir e classificar as camadas, como por meio do critério relacionado com a composição do ar. A classificação baseada na temperatura divide a atmosfera em cinco camadas: troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera e exosfera. Sobre as camadas da atmosfera, assinale a alternativa CORRETA:

a) A estratosfera é considerada a mais fria entre as camadas da atmosfera. Essa redução de temperatura deve-se ao fato de que, na estratosfera, há baixa concentração de moléculas em decorrência da redução do calor que provém da camada de ozônio.



b) A mesosfera é também chamada de ionosfera. Esse nome é dado porque nessa camada concentra-se uma grande quantidade de íons (partículas carregadas de eletricidade), que possibilitam a reflexão de ondas de rádio. O ar na mesosfera é extremamente rarefeito, predominando o gás hidrogênio.

c) A troposfera corresponde à primeira camada da atmosfera, ou seja, é a que mais se aproxima da superfície terrestre. É nessa camada que os seres vivos podem respirar, normalmente. Apesar de apresentar uma extensão inferior às demais camadas, a troposfera constitui cerca de 80% da massa atmosférica.

d) Nenhuma das alternativas.

3. (FUNDATEC/PREFEITURA DE VACARIA-RS – 2021) A atmosfera terrestre pode ser dividida em camadas com características e composição específicas. Sobre isso, relacione a Coluna 1 à Coluna 2, associando essas camadas às suas respectivas características.

Coluna 1

1. Estratosfera.
2. Mesosfera.
3. Termosfera.
4. Troposfera.

Coluna 2

() Terceira camada a partir da superfície terrestre. Estudos sobre ela são essenciais para entender as mudanças de longo prazo na atmosfera e como essas mudanças afetam o clima.

() Camada mais densa da atmosfera e a mais importante para a vida em todas as suas diferentes formas.

() Camada mais extensa. Nela se localizam os satélites e a ocorrência dos fenômenos das auroras polares.

() Onde está localizada a camada de ozônio absorvendo os raios ultravioletas.

A ordem correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é:

- a) 2 – 4 – 3 – 1.
 - b) 2 – 4 – 1 – 3.
 - c) 3 – 1 – 2 – 4.
 - d) 4 – 2 – 3 – 1.
 - e) 4 – 1 – 3 – 2.
4. (AOCP/PREFEITURA DE BELÉM-PA - 2021) A atmosfera terrestre possui um arranjo vertical muito mutável em relação à composição, temperatura, umidade e aos movimentos. De acordo com fins científicos, costuma-se dividir a atmosfera em diversas camadas, em cujas regiões encontram-se especificidades relevantes. A camada da atmosfera, principal domínio dos meteorologistas e



onde as nuvens do tipo Stratus, Altocumulus e Stratocumulus podem ser encontradas, é definida como

- a) mesosfera.
- b) estratosfera.
- c) termosfera.
- d) troposfera.
- e) estratopausa.

5. (AMEOSC/PREFEITURA DE PARAÍSO-SC - 2021) É o segundo gás mais abundante na atmosfera, contribui para a sobrevivência dos seres vivos e ajuda a proteger a camada de ozônio contra os raios ultravioletas. A afirmação anterior se refere a qual desses gases descritos abaixo, marque a alternativa CORRETA.

- a) Gás carbônico.
- b) Nitrogênio.
- c) Argônio.
- d) Oxigênio.

6. (IBFC/PREFEITURA DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE-RN - 2021) “Em volta da Terra há uma frágil camada de um gás chamado Ozônio (O_3), que protege animais, plantas e seres humanos dos _____ emitidos pelo Sol. Na superfície terrestre, o ozônio contribui para agravar a poluição do ar das cidades e a chuva ácida, mas, nas alturas da _____, é um filtro a favor da vida” (WWF, 2020). Assinale a alternativa que preencha correta e respectivamente as lacunas.

- a) raios ultravioletas / estratosfera
- b) raios X / exosfera
- c) raios gama / termosfera
- d) raios infravermelho / troposfera

7. (CEBRASPE/SEDUC-AL – 2021) Diversos ciclos estão associados à vida na Terra, como, por exemplo, os ciclos da água, do carbono e do nitrogênio. Considerando tais ciclos e suas relações com os movimentos da Terra, a energia solar e as condições ambientais, julgue o item que se segue.

Se uma grande quantidade de gás carbônico fosse removida da atmosfera, seria esperada uma menor retenção de calor na atmosfera da Terra, por diminuição do efeito estufa.

8. (CEBRASPE/SEDUC-AL – 2021) A Terra recebe energia radiante do Sol a um regime de $17 \times 10^{16} W$, emitindo essa mesma potência. A emissão depende da temperatura da Terra, ou seja, a



temperatura do planeta tal qual o conhecemos é a temperatura de equilíbrio na qual a admissão é igual à emissão de radiação. Internet: <www.fem.unicamp.br> (com adaptações).

Tendo como referência inicial as informações apresentadas nesse texto, julgue os próximos itens, relativos à energia e à vida na Terra.

Devido à gravidade, a atmosfera terrestre torna-se mais rarefeita conforme se distancia da superfície do planeta.

9. (CESGRANRIO/PETROBRAS – 2018) A atmosfera é subdividida em camadas, considerando o perfil vertical de temperatura.

Em relação às camadas atmosféricas, identifica-se que, na

- a) estratosfera, a temperatura não varia, e é inferior à das demais camadas.
- b) mesosfera, a temperatura é crescente com a altitude, até a mesopausa.
- c) tropopausa, a temperatura é muito alta e, por isso, ocorre um fluxo de partículas carregadas, responsável pela aurora boreal no hemisfério norte.
- d) termosfera, a temperatura aumenta com a altitude, e seu limite superior é chamado de termopausa.
- e) exosfera, ocorre o fenômeno da inversão térmica, simultaneamente ao aumento da densidade do ar.



GABARITO



GABARITO

1. D
2. C
3. A

4. D
5. D
6. A

7. CORRETA
8. CORRETA
9. D



LISTA DE QUESTÕES – ILHAS DE CALOR - MULTIBANCAS



1. (PROGEPE/UFPR – 2021) No clima dos grandes centros urbanos, os enormes edifícios, as vastas áreas impermeabilizadas, o asfaltamento de ruas e avenidas e a redução das áreas verdes ocasionam a elevação das médias térmicas de tal modo que a área central é mais quente que as áreas mais afastadas, como as periferias urbanas e as áreas rurais vizinhas. A denominação atribuída a esse fenômeno é:
 - a) inversão térmica.
 - b) efeito estufa.
 - c) domo de calor.
 - d) *smog*.
 - e) ilha de calor.

2. (OBJETIVA/PREFEITURA DE CASCAVEL-PR – 2020) Climas urbanos são caracterizados pela grande influência que a superfície construída da cidade exerce sobre a atmosfera adjacente. Em dias de bom tempo, áreas como o centro da cidade, coberto por edifícios altos, armazenam quantidades de calor maiores do que bairros com prédios baixos, com casas, intercalados por pequenos jardins e praças. A energia armazenada durante o dia é liberada à noite, acarretando temperaturas mais elevadas em áreas mais densamente construídas do que em áreas menos urbanizadas. O fenômeno descrito é conhecido como:
 - a) Evaporação.
 - b) Ilhas de frescor.
 - c) Ilhas de calor.
 - d) Vento em cânion.
 - e) Sublimação.

3. (VUNESP/PREFEITURA DE SÃO PAULO-SP – 2015) Na cidade de São Paulo, diversos estudos vêm demonstrando a ocorrência das “ilhas de calor”, fenômeno que é diretamente relacionado
 - a) a inúmeras variáveis, como a maior proximidade das baixadas fluviais, inexistência de vegetação arbórea e fraca circulação de ventos.
 - b) às altas temperaturas e ao forte processo de evaporação encontrado nas áreas próximas de represas e mananciais que perderam a cobertura vegetal.



c) aos padrões de uso e ocupação do solo, tais como a grande concentração de edifícios, a pavimentação das vias e a rarefação de árvores.

d) à rápida expansão da mancha urbana, sobretudo nas áreas mais periféricas, onde há fortes adensamentos e menor intervenção do setor público.

e) ao avanço de massas de ar úmido, vindas do oceano, as quais, ao atingirem a capital, provocam elevação de temperatura e nebulosidade.

4. (VUNESP/MPE-SP – 2014) Considere as seguintes situações encontradas em grandes cidades como São Paulo.

I- Elevada concentração de superfícies urbanas como o asfalto, paredes de tijolo ou concreto, telhas de barro e de amianto, que absorvem calor.

II- Reduzido número de áreas verdes.

III- Concentração de edifícios, que interfere na circulação dos ventos.

IV- Poluição atmosférica provocada pelo uso de combustíveis como o petróleo.

A combinação dos fatores enumerados é responsável

a) pelo forte aquecimento da atmosfera, nas áreas periféricas das cidades.

b) pela ocorrência de geadas em áreas urbanas, no inverno.

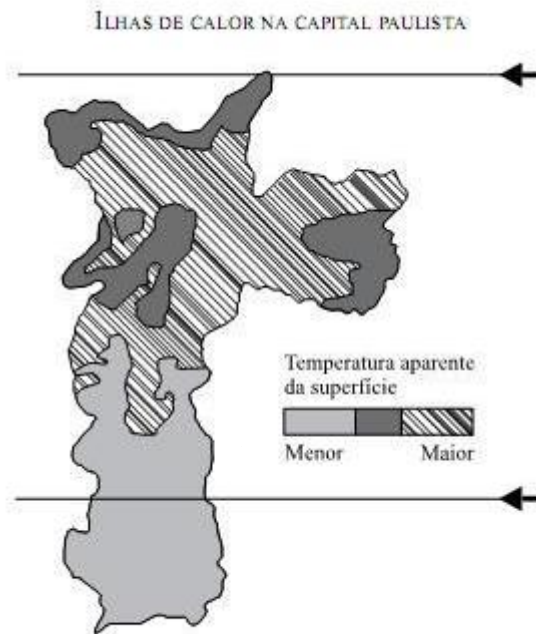
c) pelo aumento do volume de chuvas, na periferia das cidades.

d) pelo desaparecimento dos lençóis freáticos urbanos.

e) pela formação de ilhas de calor, nas áreas centrais das cidades.



5. (VUNESP/PREFEITURA DE SÃO PAULO-SP – 2013) A questão está relacionada ao mapa apresentado a seguir.



(<http://gardensofmylife.blogspot.com.br/2011/10/ilhas-de-calor-sao-paulo.html>. Adaptado)

O fenômeno das ilhas de calor na capital de São Paulo está relacionado

- a) às proximidades das várzeas dos rios, onde há maior evaporação e umidade.
- b) às áreas de relevo mais acidentado, a exemplo do que ocorre nos bairros de Perdizes e Pompeia.
- c) à melhor qualidade do ar atmosférico, ou seja, onde há menos poluição, e as temperaturas são mais altas.
- d) às áreas onde há maior adensamento de construções, asfalto e poucas áreas verdes.
- e) aos locais com maior concentração industrial, como ocorre nos bairros da Mooca e do Jardim Ângela.

6. (CEBRASPE/SEDf – 2017) Julgue o item a seguir, relativo à interação entre sociedade e natureza.

A densificação urbana gera um processo denominado ilhas de calor, que, com o aumento da temperatura, atuam como zonas de alta pressão, reduzindo a poluição nas áreas urbanas de maior adensamento populacional.



GABARITO



GABARITO

1. E
2. C

3. A
4. C

5. E
6. ERRADA



LISTA DE QUESTÕES – INVERSÃO TÉRMICA - MULTIBANCAS



1. (ADM&TEC/PREFEITURA DE LAJEDO-PE – 2022, adaptada) Julgue o item a seguir.

A inversão térmica é um fenômeno natural que ocorre principalmente nos grandes centros urbanos industrializados. Ele consiste no aumento de circulação do ar frio (mais denso), devido às correntes marítimas quentes, o que provoca a ocorrência de chuvas ácidas.

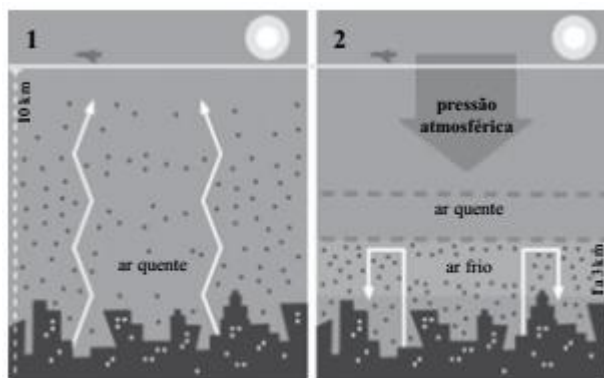
2. (CEBRASPE/SERIS-AL – 2021) Atualmente, muitas regiões do planeta estão cercadas por problemas ambientais, tais como a deterioração da qualidade do ar e seus impactos negativos. A esse respeito, julgue o item seguinte.

A inversão térmica é um processo meteorológico, no qual o ar quente fica aprisionado próximo à superfície, pressionado por uma camada de ar frio, mais denso.

3. (CEBRASPE/SEDUC-AL – 2021) Acerca de impactos ambientais provocados pelo ser humano e pelas atividades antrópicas no meio ambiente, julgue o item subsequente.

No fenômeno atmosférico de inversão térmica, comum nos centros urbanos industrializados, o ar frio permanece acima do ar quente, impedindo-o de subir.

4. (VUNESP/MPE-ES – 2013) O processo ilustrado pelas figuras 1 e 2 ocorre principalmente nas grandes cidades em função de variantes ambientais.



(<http://revistapesquisa.fapesp.br>)

A condição representada em 2 é denominada

a) efeito estufa.



- b) inversão térmica.
- c) irradiação do ultravioleta.
- d) refração urbana.
- e) dispersão atmosférica.

5. (CEBRASPE/IEMA-ES – 2007) As condições meteorológicas estão correlacionadas com uma série de fenômenos naturais e fatores ambientais, tais como índices de precipitação e poluição atmosférica. Com relação a esse assunto, julgue o item que se segue.

No inverno, a poluição atmosférica é acentuada devido a condições meteorológicas relacionadas com a inversão térmica, que favorecem a estagnação da atmosfera.

6. (CEBRASPE/PREFEITURA DE ARACAJU-SE – 2003) Um programa de controle de poluição do ar em uma cidade depende do conhecimento de certos aspectos que interferem na qualidade do ar. A respeito desse assunto, julgue o item subsequente.

Os episódios críticos de poluição do ar quase sempre acontecem em períodos em que ocorre o fenômeno de inversão térmica da atmosfera, que se caracteriza pela diminuição da temperatura com a altitude, nas camadas mais baixas da atmosfera.



GABARITO



GABARITO

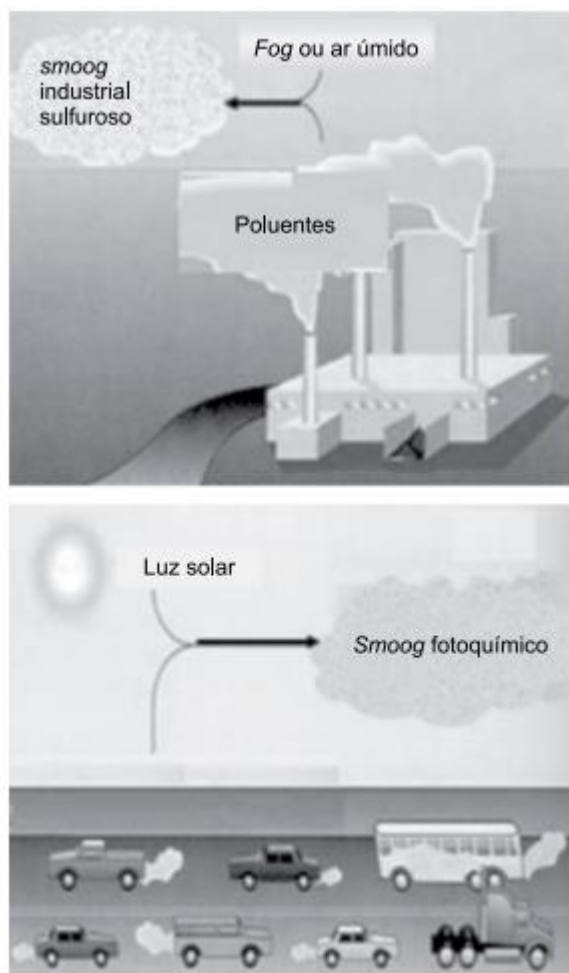
- | | | |
|-----------|-----------|------------|
| 1. ERRADA | 3. ERRADA | 5. CORRETA |
| 2. ERRADA | 4. B | 6. ERRADA |



LISTA DE QUESTÕES – SMOG - MULTIBANCAS



1. (VUNESP/PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS-SP – 2019) A poluição atmosférica capaz de formar uma neblina, composta por uma mistura de gases, material particulado e vapores de água recebe o nome de *smog* (*smoke* + *fog*) que é a junção das palavras fumaça e neblina da língua inglesa. Entretanto o termo *smog* é genérico, podendo ser classificado ainda em *smog* sulfuroso e *smog* fotoquímico, conforme ilustrado na figura.



(http://www.dca.iag.usp.br/material/mftandra2/ACA0225/Meteorologia_Polui%C3%A7%C3%A3o%20Atmosf%C3%A9rica_Thiago.pdf. Adaptado)

A partir das fontes poluentes da figura, é correto afirmar que os poluentes secundários formados pelo *smog* sulfuroso e pelo fotoquímico são, respectivamente,

- a) SO_2 , partículas de fuligem e NO_x , compostos orgânicos voláteis (COV).



- b) CO_2 , partículas de fuligem e HNO_3 , NO_x .
- c) H_2SO_4 , sulfatos e HNO_3 , ozônio (O_3).
- d) material particulado, NO_x e aldeídos, H_2SO_4 .
- e) Metano, CO e compostos orgânicos voláteis, SO_2 .

2. (CEBRASPE/MPU – 2013) Julgue o item seguinte, acerca de poluentes ambientais.

Os veículos são os principais agentes do smog fotoquímico: emitem gases, como óxido de nitrogênio e monóxido de carbono, que sofrem reações na atmosfera por efeito da radiação solar, gerando novos poluentes.

3. (CEBRASPE/IBAMA – 2013) A química ambiental relaciona-se com produção, transporte, reações, efeitos e destinos das espécies químicas na água, no ar, no solo e nos ambientes biológicos, bem como com os efeitos das atividades humanas. Com base nesse assunto, julgue os itens a seguir.

O gás ozônio, na estratosfera, absorve grande parte da radiação ultravioleta e reduz a incidência desse tipo de radiação na superfície terrestre. A presença desse gás, em baixos níveis, na atmosfera está associada à poluição atmosférica, particularmente ao smog fotoquímico.

4. (FCC/CAIXA ECONÔMICA FEDERAL – 2013, adaptada) A poluição do ar é um tema muito discutido atualmente. Dentre as questões envolvidas e consequências, julgue o item seguinte.

O smog se forma em grandes cidades onde a poluição do ar é elevada e provocada, pela queima de combustíveis fósseis (gasolina e diesel) pelos veículos automotores. Sendo assim, este tipo de evento tem pouca interferência com a presença de indústrias.



GABARITO



GABARITO

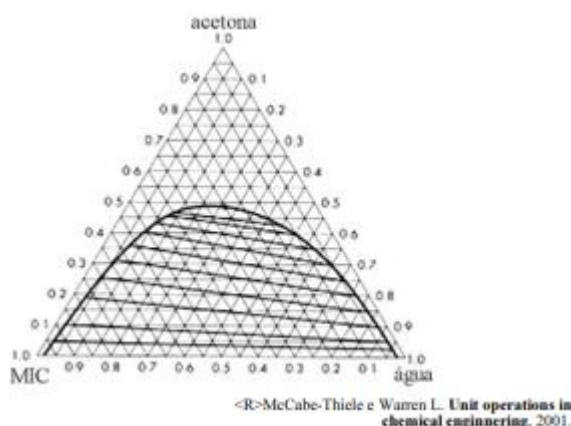
1. C
2. CORRETA
3. ERRADA
4. ERRADA



LISTA DE QUESTÕES – EQUIPAMENTOS DE CONTROLE DE EFLUENTES GASOSOS - MULTIBANCAS



1. (CEBRASPE/PETROBRAS – 2022)



As extrações de um gás por um líquido (absorção), de um líquido por um gás (esgotamento), de um gás por um sólido, de um líquido por um líquido e de um líquido por um sólido são operações que definem os processos de separação na indústria química e envolvem balanços de transferência de massa. Considerando tais operações e o digrama triangular de fases para a extração de um líquido por um líquido — acetona-água- MIC (metilisobutilcetona) —, ilustrado na figura acima, julgue o item que se segue.

O funcionamento de um ciclone envolve a entrada de um gás contendo partículas sólidas no equipamento, dentro do qual a corrente do fluido recebe a ação de uma força centrífuga que, ao final da operação, envia as partículas sólidas para o tubo vertical superior, ao passo que o ar limpo sai ao fundo do ciclone.

2. (CEBRASPE/MPE-TO – 2006) As medidas escolhidas para um plano de controle da poluição atmosférica devem ser selecionadas após um exame completo dos benefícios e custos de todas as ações possíveis. As medidas preventivas são extremamente interessantes. Um exemplo dessas medidas no Brasil foi a limitação da emissão de poluentes por veículos automotores, um programa iniciado pelo PROCONVE em 1986. A curto prazo, todavia, procura-se um dispositivo que possa ser ligado a uma fonte de poluição de forma a reduzir ou remover totalmente os poluentes. Em relação ao controle da poluição atmosférica, julgue o item abaixo.

Materiais particulados são as partículas de material sólido e(ou) líquido capazes de permanecer em suspensão, como, por exemplo, poeira, fuligem, partículas de óleo e pólen. Os dispositivos utilizados na



remoção de material particulado incluem o precipitador eletrostático, o filtro de manga, o separador ciclônico e o lavador de gás.

3. (IBFC/IDAM-AM - 2019) Leia abaixo o texto sobre meios de controle de poluição atmosférica.

Quando pensado o problema da poluição do ar, quatro etapas devem ser pensadas para serem controladas: a produção, a emissão, o transporte e a recepção dos poluentes. Diversas técnicas podem ser utilizadas para que se reduza os riscos, entre elas os coletores de partículas, que utilizam as _____ e massas para fazer com que as _____ sejam coletadas por sistemas gravitacionais, inerciais ou centrífugos. Para o controle de gases e vapores, pode-se utilizar a absorção, que é o sistema onde o gás ou o vapor é colocado em contato com um líquido no qual ele é _____, havendo transferência de massa do gás para o líquido. Na adsorção, a retenção é feita por forças intermoleculares de substâncias com alta _____ específica.

Assinale a alternativa que completa correta e respectivamente as lacunas.

- a) dimensões/ maiores/ solúvel/ superfície
- b) peso/ maiores/ dissolvido/ área
- c) dimensões/ menores/ dissolvido/ superfície
- d) densidade/ menores/ insolúveis/ volume

4. (CETREDE/JUAZEIRO DO NORTE-CE - 2018) A respeito dos equipamentos de controle de poluição atmosférica, leia atentamente as afirmações a seguir e marque (V) para as VERDADEIRAS e (F) para as FALSAS.

- () A redução catalítica seletiva reduz NOx para nitrogênio em um leito catalítico por meio de reação com amoníaco.
- () A torre de carvão ativado não é indicada para a remoção de hidrocarbonetos totais.
- () O lavador de gases tipo venturi remove material particulado e SOx.
- () Os filtros de manga não removem material particulado.

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.



5. (FADESP/INSTITUTO FEDERAL-PA – 2018) Uma indústria emite para a atmosfera particulados muito finos em temperatura muito alta. Nessa situação o dispositivo de controle de poluição mais apropriado é
- a) lavador Venturi.
 - b) precipitador eletrostático.
 - c) filtro de manga.
 - d) coletor ciclônico.
 - e) condensador de vapor.

6. (CONSULPLAM/CÂMARA DE JUIZ DE FORA-MG - 2018) Poluição é a introdução no meio ambiente de qualquer forma de matéria ou energia que possa afetar negativamente o homem ou outros organismos (Sánchez, 2008).

Sánchez, Luis Enrique. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. Editora Oficina de textos, 2008.

Para a poluição atmosférica há medidas de controle ambiental direta e indireta. Marque a alternativa que indique uma medida indireta de substituição de matérias-primas e reagentes.

- a) Eliminação do chumbo tetraetila na gasolina ou resina sintética no lugar de borracha.
 - b) Equipamentos dentro de suas capacidades nominais e manutenção de equipamentos.
 - c) Localização melhor definida para diminuir o impacto da poluição atmosférica.
 - d) Chaminés elevadas levando em conta as condições meteorológicas
7. (FGV/COMPESA - 2016) Para o controle da poluição atmosférica foi instalado um equipamento para remoção de material particulado (MP) na chaminé de exaustão dos gases de uma indústria. Antes de passarem pelo dispositivo de controle, os gases possuem uma concentração de MP de $120.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e são expelidos, pela chaminé, a uma vazão de $80 \text{ m}^3/\text{s}$. Sabendo que o aparelho remove $0,5184$ toneladas métricas por dia, a eficiência de remoção de MP do aparelho é de
- a) $25,0 \%$.
 - b) $35,5 \%$.
 - c) $60,0 \%$.
 - d) $62,5 \%$.
 - e) $75,0 \%$.
8. (FGV/PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS-SC - 2014) Uma técnica que pode ser utilizada no controle da poluição do ar gerada por fontes móveis, como automóveis, é o uso de conversor catalítico, que:
- a) melhora a regulação do motor, diminuindo a emissão de chumbo, ozônio e monóxido de carbono;
 - b) oxida o monóxido de carbono e hidrocarbonetos para dióxido de carbono e água;



- c) controla a evaporação de hidrocarbonetos no tanque de combustível;
- d) melhora a proporção ar/combustível, reduzindo o monóxido de carbono e hidrocarbonetos;
- e) catalisa a reação entre o ozônio e óxido nitroso, eliminando o ozônio e retendo o chumbo.

9. (FGV/PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS-SC - 2014) Entre os equipamentos utilizados para o controle de poluentes particulados do ar, temos:

- a) os vertedores cônicos e as câmaras de reconversão;
- b) as câmaras de aeração e as grelhas de sedimentação;
- c) os redutores de dureza e os floculadores de ressonância;
- d) os precipitadores eletrostáticos e as câmaras de sedimentação;
- e) os floculadores de vácuo e os tanques de multisedimentação.



GABARITO



GABARITO

1. ERRADA
2. CORRETA
3. A

4. D
5. B
6. A

7. D
8. B
9. D



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.