



**By @kakashi\_copiador**

# Índice

1) Considerações Iniciais .....	3
2) Camadas da Atmosfera e Composição do Ar .....	4
3) Características da Poluição do Ar e Principais Poluentes .....	10
4) Brisas .....	24
5) Ilhas de Calor .....	28
6) Inversão Térmica .....	30
7) Smog .....	32
8) Equipamentos de Controle de Efluentes Gasosos .....	34
9) Questões Comentadas - Camadas da Atmosfera e Composição do Ar - Multibancas .....	47
10) Questões Comentadas - Características da Poluição do Ar e Principais Poluentes - Multibancas .....	55
11) Questões Comentadas - Brisas - Multibancas .....	76
12) Questões Comentadas - Ilhas de Calor - Multibancas .....	78
13) Questões Comentadas - Inversão Térmica - Multibancas .....	86
14) Questões Comentadas - Smog - Multibancas .....	90
15) Questões Comentadas - Equipamentos de Controle de Efluentes Gasosos - Multibancas .....	94
16) Lista de Questões - Camadas da Atmosfera e Composição do Ar - Multibancas .....	103
17) Lista de Questões - Características da Poluição do Ar e Principais Poluentes - Multibancas .....	109
18) Lista de Questões - Brisas - Multibancas .....	122
19) Lista de Questões - Ilhas de Calor - Multibancas .....	124
20) Lista de Questões - Inversão Térmica - Multibancas .....	130
21) Lista de Questões - Smog - Multibancas .....	134
22) Lista de Questões - Equipamentos de Controle de Efluentes Gasosos - Multibancas .....	138

# 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**!

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

O Planeta Terra está envolvido por uma camada de gases conhecida por **atmosfera**. Todos estamos imersos nessa camada e precisamos dela para sobreviver por diversos fatores, desde a manutenção da nossa **respiração** até a regulação da **temperatura** adequada à nossa sobrevivência.

Há, inclusive, um ditado popular que afirma que o ar representa o mais essencial dos elementos da natureza, uma vez que podemos ficar alguns dias sem comer e poucos dias sem beber água, mas apenas poucos minutos sem respirar.

O que mantém a atmosfera envolvendo a Terra e evita que os gases sejam dispersados pelo espaço é, principalmente, a **força gravitacional** do planeta, que atrai as moléculas atmosféricas para si. Destarte, as camadas da atmosfera mais próximas à superfície apresentam uma maior densidade de gases, que vão se rarefazendo à medida que cresce a altitude.

Nas camadas da atmosfera mais próximas à Terra 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. Não obstante, nas camadas mais altas também ocorrem fenômenos fundamentais para a nossa sobrevivência.

## 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.

Os aviões, helicópteros e balões em geral também não chegam a ultrapassar os limites da troposfera, salvo casos específicos. O austríaco Felix Baumgartner e o estadunidense Joseph Kittinger, por exemplo, saltaram com sucesso de balões a mais de 30 km de altura, isto é, da estratosfera, a nossa próxima camada.

Em termos de **temperatura**, saiba que, regra geral, ela **diminui** à medida que a altitude aumenta na troposfera, em razão da distância do calor transmitido refletido pela superfície terrestre. O limite que divide a troposfera e a estratosfera é conhecido por **tropopausa**.

## 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).

Cumprе frisar que o ozônio não está igualmente distribuído por toda a estratosfera, sendo que a maior parte fica na região conhecida por **ozonosfera**, que se localiza geralmente entre 20 km a 35 km de altitude, aproximadamente. Ainda nesta aula falaremos mais sobre o gás ozônio e o **buraco na camada de ozônio**.

Ao contrário do que ocorre na troposfera, a **temperatura** na estratosfera **aumenta** à medida que a altitude também aumenta devido aos efeitos de absorção de calor por parte do ozônio. O limite que divide a estratosfera e a próxima camada (mesosfera) é chamado **estratopausa**.

## 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.

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. O limite da mesosfera é marcado pela **mesopausa**, onde se inicia a termosfera.

## 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).

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.

## Exosfera

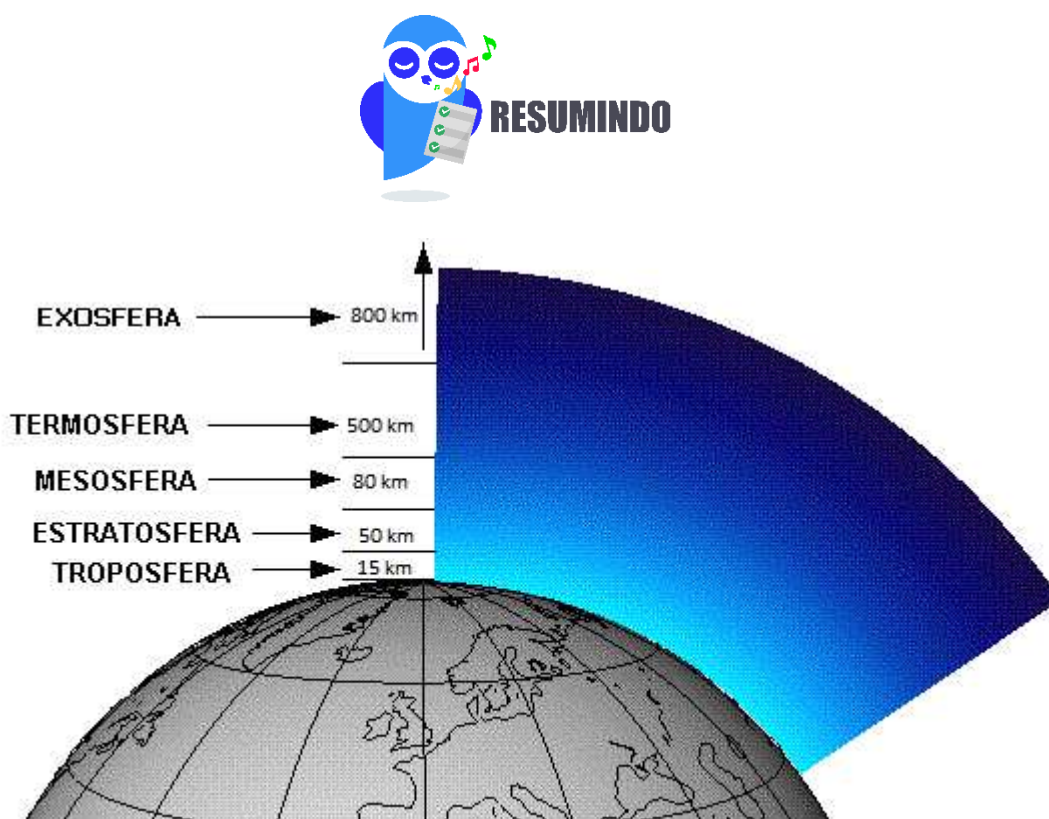
Inicia-se nos limites da mesosfera e não possui limite superior visível em razão da baixíssima densidade de partículas, constituindo a transição final da atmosfera para o **espaço sideral**. Alguns autores afirmam que a exosfera possui limites aproximadamente em **800 km** de altitude.

É nessa camada em que estão os principais **satélites espaciais** que orbitam o nosso planeta. As temperaturas continuam bastante elevadas, mas não há muita transmissão de calor devido à rarefação das partículas.

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



Agora, observe a imagem<sup>1</sup> (fora de escala) a seguir para constatar a ordem das camadas atmosféricas.



<sup>1</sup> Figura sem direitos autorais reservados disponível na internet, adaptada. Disponível em: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Atmosfera.gif>



DESPENCA NA  
PROVA!

(CESGRANRIO/PRETOBRAS - 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

É muito importante que saibamos a composição básica do ar que respiramos, seja para fins de prova, seja porque esse é um fato que nos afeta diretamente.

É comum pensar que o oxigênio é o gás mais abundante na atmosfera, mas, na verdade, o gás que está presente em maior quantidade é o **nitrogênio** (N<sub>2</sub>), que representa cerca de **78%** (em volume) de todo o ar que respiramos.



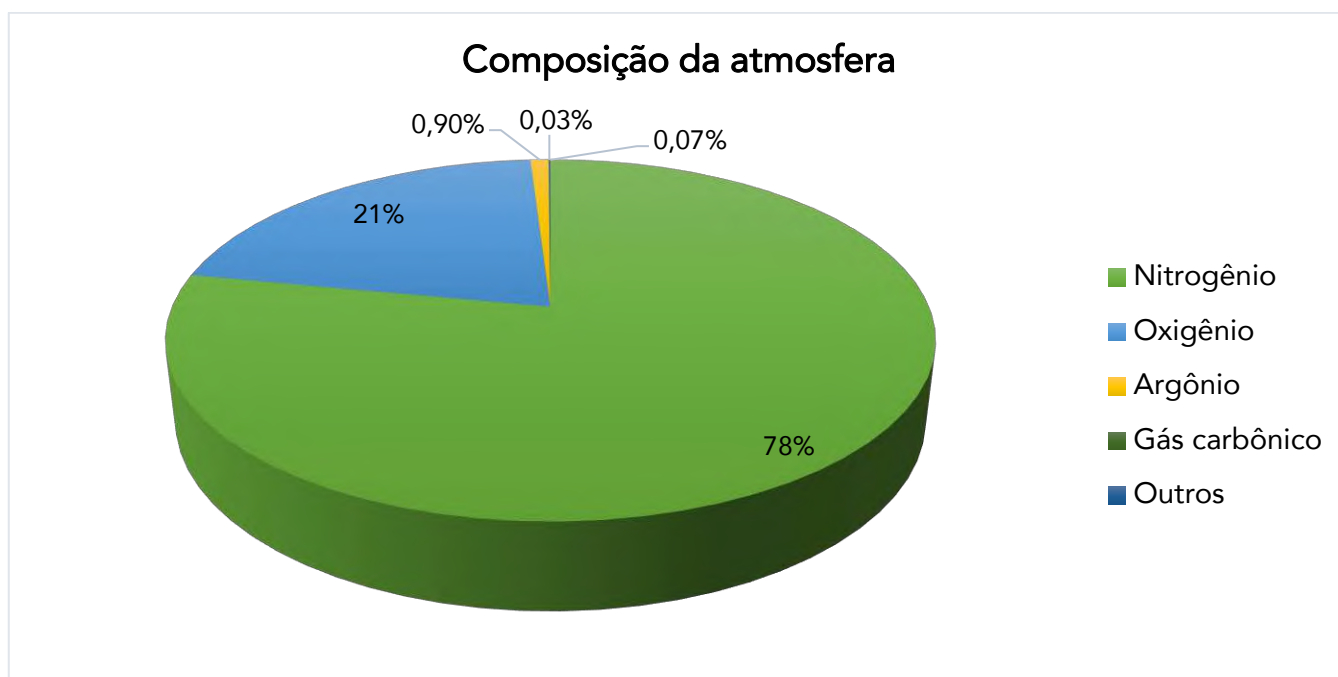
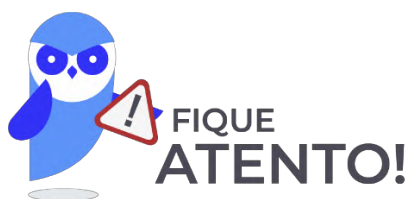
O **oxigênio** ( $O_2$ ) corresponde a cerca de **21%** do ar, sendo o segundo gás mais abundante. Desnecessário aprofundar na importância do  $O_2$  para os seres vivos, uma vez que é ele que permite o processo fundamental de **respiração** por parte dos seres vivos.

Um fato interessante é que a quantidade atual de oxigênio na atmosfera é resultado de bilhões de anos de fotossíntese por parte das plantas e algas, uma vez que a atmosfera da Terra primitiva praticamente não continha esse elemento.

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  $\text{CO}_2$  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 ( $\text{N}_2$ ).

A **alternativa C** está errada, porque o nitrogênio não é fundamental para a respiração de plantas e animais. Na verdade, o  $\text{N}_2$  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

A **industrialização** proporcionou diversos benefícios à humanidade, mas ao mesmo tempo ocasionou diversos outros problemas econômicos, sociais e, sobretudo, ambientais.

A poluição atmosférica é, talvez, a mais simbólica forma de poluição que a industrialização trouxe ao meio ambiente, considerando que a expressão máxima desse tipo de interação é uma chaminé de uma fábrica emitindo gases na atmosfera.

Além dos prejuízos que a poluição atmosférica pode trazer para diversas espécies e, consequentemente, para diversos serviços ecológicos por elas prestados, há que ressaltar os malefícios que os poluentes do ar podem ocasionar na **saúde humana**.

Saldiva e Coêlho (2013)<sup>1</sup> lembram que a maior parte dos estudos dos efeitos da poluição atmosférica na saúde humana avaliam apenas os **efeitos agudos** que os poluentes causam, como interações respiratórias e mortalidade.

Desse modo, é bastante provável que os coeficientes que relacionam prejuízo à saúde humana com poluição atmosférica estejam subestimando os efeitos reais, diante da possibilidade de outros eventos menos severos no curto prazo, mas que também podem comprometer a qualidade de vida. Trata-se dos possíveis **efeitos crônicos**, que podem ser percebidos apenas ao longo da vida do indivíduo, tais como redução da função pulmonar, doenças crônicas (ex.: doença pulmonar obstrutiva crônica - DPOC), neoplasias (câncer), entre outros.

Finalizando esta parte introdutória, cumpre 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.

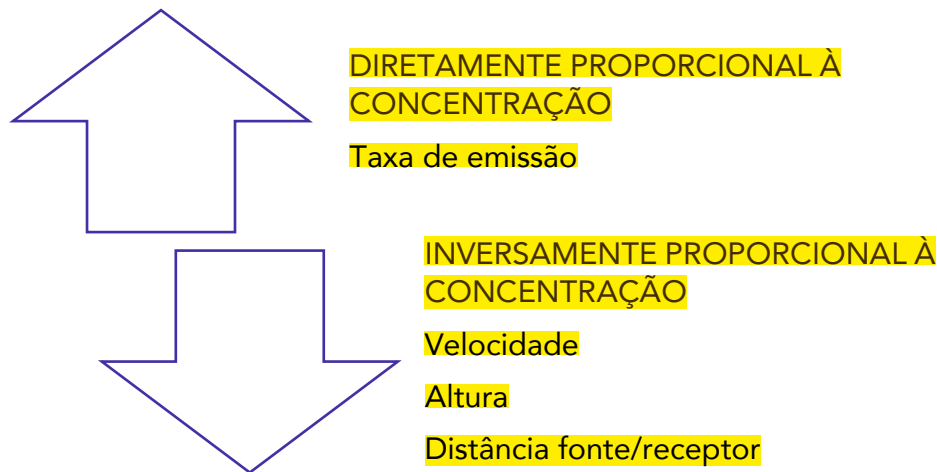
Outro fator de interesse é a **velocidade** e **direção** dos ventos, considerando que o vento pode tanto trazer poluentes de outro local como afastar os poluentes próximos. De qualquer modo, considera-se que o vento é um importante fator de dispersão dos poluentes emitidos por fontes fixas.

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.

---

<sup>1</sup> SALDIVA, Paulo Hilario Nascimento; COÊLHO, Micheline de Souza Zanotti Stagliorio. **Poluição atmosférica e saúde humana**. In: Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão. Calijuri, Maria do Carmo; Cunha, Davi Gasparini Fernandes. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013, p. 347.

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.



Vejamos agora as principais características de alguns dos poluentes mais presentes na atmosfera e mais cobrados em prova.

## Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

O CO<sub>2</sub> 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 (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>).

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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  e o  $\text{CH}_4$  (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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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 porque as concentrações de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> do que liberam em oxigênio pela respiração.

Contudo, boa parte do CO<sub>2</sub> 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.

Não raramente são noticiados casos de pessoas que morreram dentro de compartimentos fechados, como garagens, por não perceberem que estavam sendo intoxicadas por monóxido de carbono emitido pelos escapamentos dos veículos.

Esses são casos extremos, provocados por altas concentrações do CO. Todavia, mesmo em baixas concentrações ele pode provocar certas complicações, como cardiovasculares, tontura e dor de cabeça.

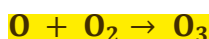
## Ozônio (O<sub>3</sub>)

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.

As concentrações de ozônio na superfície terrestre são relativamente baixas (cerca de 0,02 ppm), mas isto muda muito com a altitude, com uma concentração máxima de cerca de 15 ppm em torno de 40 km de altitude (estratosfera).

Vamos agora esclarecer como de fato o ozônio é formado na **estratosfera** terrestre. Essa formação se dá por meio da reação do oxigênio atômico (O) com o oxigênio molecular (O<sub>2</sub>), conforme a seguinte equação:



Bastante simples, não? Mas como será que esse oxigênio atômico isolado foi parar na atmosfera? Bem, a resposta para essa questão depende se estamos falando da estratosfera ou da troposfera terrestre.

Na **estratosfera**, local onde de fato fica a chamada camada de ozônio, as moléculas de O<sub>2</sub> 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  $O_3$ , 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, 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  $O_2$ , 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**. Vejamos quais são elas e qual a situação de cada uma delas de acordo com as restrições e vedações impostas pelo acordo.

→ **Clorofluorcarbonos (CFCs)**: não são mais utilizados em qualquer parte do mundo, sendo **proibidos no Brasil há décadas em função do Protocolo de Montreal**. Antigamente, eram utilizados nos setores de refrigeração, espumas, limpeza e solventes;

→ **Halons**: utilizados em **extintores de incêndio**, sendo, em regra, de uso proibido no Brasil. As exceções são os halons regenerados (substância usada que foi reprocessada para retornar às mesmas especificações do produto original);

→ **Brometo de metila**: anteriormente era muito utilizado na **agricultura** para desinfecção e esterilização de solos, fumigação de cereais, proteção de mercadorias armazenadas e desinfecção de depósitos e moinhos. Seu uso agrícola foi eliminado em 2005 no Brasil e, atualmente, somente é permitido para controle fitossanitários e de **quarentena** de algumas commodities agrícolas;

→ **Tetracloro de carbono (CTC)**: utilizado como **solvente** para limpeza, como agente de processos químicos em indústrias e laboratórios e como matéria-prima para produção de CFC. Seu uso é proibido no Brasil;

→ **Metilclorofórmio**: utilizado como solvente industrial para **limpeza**, seu consumo no Brasil foi eliminado em 2000;

→ **Hidrobromofluorcarbonos (HBFCs)**: substâncias não utilizadas no Brasil, mas que servem como agentes de expansão de espumas, como solventes e como fluidos de refrigeração;

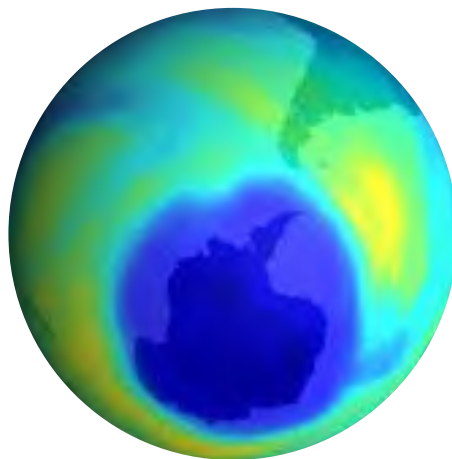
→ **Hidroclorofluorcarbonos (HCFCs)**: substâncias alternativas aos CFCs e amplamente empregadas nos setores de **refrigeração doméstica e comercial** e no setor de **espumas**. Possuem um menor potencial de destruição do ozônio em relação aos CFCs, mas ainda causam danos à camada de ozônio e apresentam um potencial mais elevado de aquecimento global. Atualmente, estão em processo escalonado de redução do consumo, com eliminação prevista para **2040**, de acordo com o **Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs – PBH**;

→ **Hidrofluorcarbonos (HFCs)**: em outubro de 2016, os Estados Partes do Protocolo de Montreal decidiram, em Kigali, Ruanda, pela aprovação de uma emenda que inclui os hidrofluorcarbonos (HFCs) na lista de substâncias controladas pelo Protocolo. Embora os HFCs não causem danos à camada de ozônio, apresentam elevado potencial de efeito estufa. A Emenda de Kigali, como ficou conhecida, define um cronograma de redução da produção e consumo dos HFCs, de modo que o Brasil deverá congelar o consumo dos HFCs em **2024**, iniciando sua redução escalonada a partir de **2029**, para, em **2045**, atingir o consumo máximo de **20%** em relação à linha de base.

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. Apesar 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.

Em termos de localização, é importante destacar que o buraco da camada de ozônio se evidencia no **Polo Sul** porque é onde a redução do ozônio é mais flagrante e maior durante a **primavera**. Ademais, o **frio** da região e a grande quantidade de luz ajudam a produzir as chamadas **nuvens estratosféricas polares**, onde é produzida a reação química de cloro e bromo que destrói o ozônio.



Buraco na camada de ozônio no Polo Sul, em 2001<sup>2</sup>.

Um importante fato acerca do ozônio é que ele, assim como outros oxidantes fotoquímicos, não é emitido diretamente pelas fontes poluidoras, mas é formado a partir de uma série de **reações** na atmosfera, conforme mencionamos.

Neste ponto, vale destacarmos uma categorização preconizada por alguns autores para diferenciar esses tipos de poluentes não originários diretamente de fontes - chamados **secundários** - daqueles emitidos diretamente - denominados **primários**.

Alguns exemplos de poluentes primários são o monóxido de carbono (CO), o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), entre muitos outros. Como poluentes secundários, além do próprio O<sub>3</sub>, podem ser citados o peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), o ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), o ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), o trióxido de enxofre (SO<sub>3</sub>), entre outros.

---

<sup>2</sup> Imagem sem direitos autorais retirada da internet, adaptada. Disponível em:  
[https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Ozone\\_2001sept17\\_lrg.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Ozone_2001sept17_lrg.jpg)



## ATENÇÃO DECORE!

### POLUENTES PRIMÁRIOS

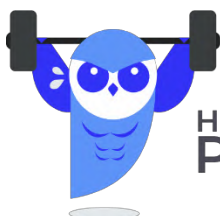
Originários diretamente de fontes de poluição

Exemplos:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$  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,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{SO}_3$  e todos os demais poluentes formados por reações na atmosfera



## HORA DE PRATICAR!

(CESGRANRIO/PETROBRAS - 2018) O Ozônio ( $\text{O}_3$ ) 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  $\text{O}_3$  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 (CH<sub>4</sub>)

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 (CO<sub>2</sub>). 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 (SO<sub>2</sub>)

O SO<sub>2</sub> 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 SO<sub>2</sub> 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 SO<sub>2</sub> diz respeito a sua contribuição para a chuva ácida.



### VOCÊ SABE O QUE É CHUVA ÁCIDA?

Na presença de oxigênio atmosférico ( $O_2$ ), alguns compostos podem reagir e formar ácidos.

O dióxido de enxofre ( $SO_2$ ) pode formar o **ácido sulfuroso**:



O  $SO_2$  também pode formar o **trióxido de enxofre** ( $SO_3$ ), que reage com a água das chuvas, resultando ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), conforme a seguinte reação:



Também pode haver reação dos **óxidos de nitrogênio**, como o  $NO_2$ , com a água, formando os ácidos nitroso ( $HNO_2$ ) e nítrico ( $HNO_3$ ):



Por fim, há quem também mencione o **ácido carbônico**, embora mais fraco, como possível ácido formado em chuvas ácidas:



Essas reações conferem um caráter ácido às precipitações atmosféricas, podendo trazer diversas consequências prejudiciais, como a destruição da cobertura vegetal, a acidificação dos corpos de água, o favorecimento da erosão do solo, a corrosão de estruturas de mármore e calcário, a oxidação de metais em construções a céu aberto, além de poder tornar a água e o solo impróprios para abrigar certos organismos, conduzindo-os à morte.

## Dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ )

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  $\text{SO}_2$ , uma vez que forma o **ácido nítrico** ao reagir com a água. Ademais, o  $\text{NO}_2$  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.

O tamanho das partículas é geralmente expresso pelo **diâmetro aerodinâmico** (DA) e a importância de se diferenciar o tamanho do material particulado reside no fato de que os particulados de menor tamanho possuem uma maior capacidade de causar prejuízos à saúde humana em razão da maior facilidade de penetrar no sistema pulmonar.

Como veremos ainda nesta aula, a **Resolução Conama nº 491/18** classifica o material particulado em dois tipos em função do diâmetro aerodinâmico equivalente de corte: o MP com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de **10** micrômetros ( $\mu\text{m}$ ) - **MP<sub>10</sub>**, e o MP com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de **2,5**  $\mu\text{m}$  - **MP<sub>2,5</sub>**.

Caso o material sólido ou líquido suspenso no ar na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, possua diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de **50**  $\mu\text{m}$ , ele é considerado **partícula total em suspensão** (PTS) nos termos do art. 2º, IX.

Assim, de modo geral, considera-se que as partículas com diâmetro aerodinâmico menor ou igual a **10**  $\mu\text{m}$  são inaláveis, sendo que as de DA menor ou igual a **2,0**  $\mu\text{m}$  ou **2,5**  $\mu\text{m}$  são passíveis de atingirem os **alvéolos pulmonares**.

## Vapor de água ( $\text{H}_2\text{O}$ )

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

Bem, na verdade não. Mas, assim como o  $\text{CO}_2$ , 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.

Cumprе 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 - NOX (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

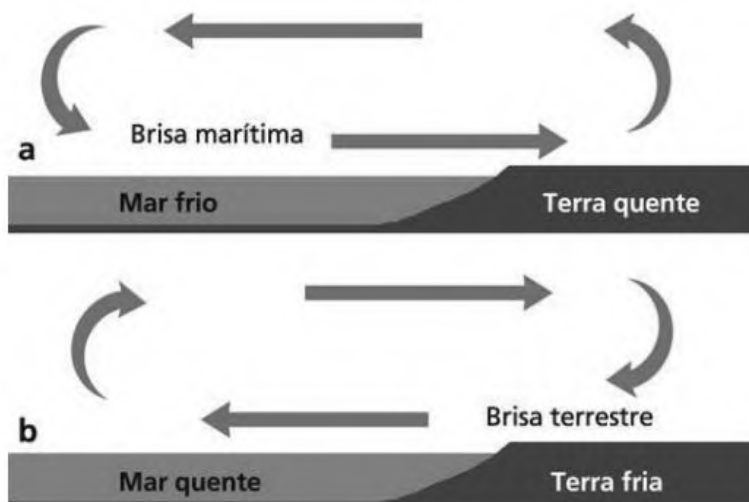
## Brisa Marítima e Terrestre

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. Tais brisas atingem sua extensão máxima pouco antes do nascer do sol. 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.

Em termos de poluição ambiental, a brisa pode ter importante papel na **dispersão** de poluentes, uma vez que contribui para o aumento da turbulência e transporte dos poluentes para áreas distantes das fontes. Todavia, as massas de ar transportadas pelas brisas também podem conter **poluentes**, o que pode agravar a qualidade do ar em casos específicos.



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

## Brisa de Vale e de Montanha

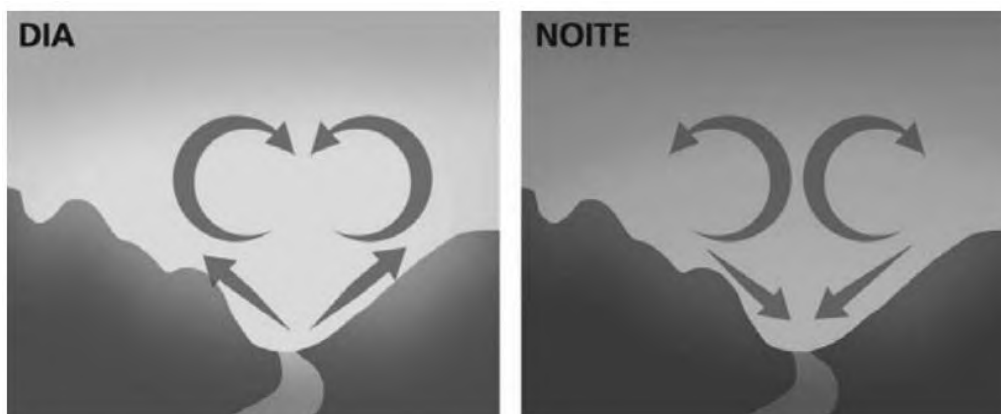
Em regiões com relevo variável, a variação de temperatura pode ser bastante evidente. O **topo de montanhas** fica mais suscetível ao recebimento de energia solar durante o dia, ao mesmo tempo que, durante as noites, libera esta energia mais facilmente e de maneira mais rápida.

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.

Durante as horas de incidência solar, nas encostas aquecidas, o ar em contato expande-se, tornando-se menos denso e movimentando-se no sentido ascendente das encostas (**brisa de vale** ou **anabática**). No período noturno, como o topo resfria-se mais rapidamente, a direção em que sopram os ventos é revertida, o ar frio das montanhas desce e acumula-se nos vales (**brisa de montanha** ou **catabática**).

---

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



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.

# 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.

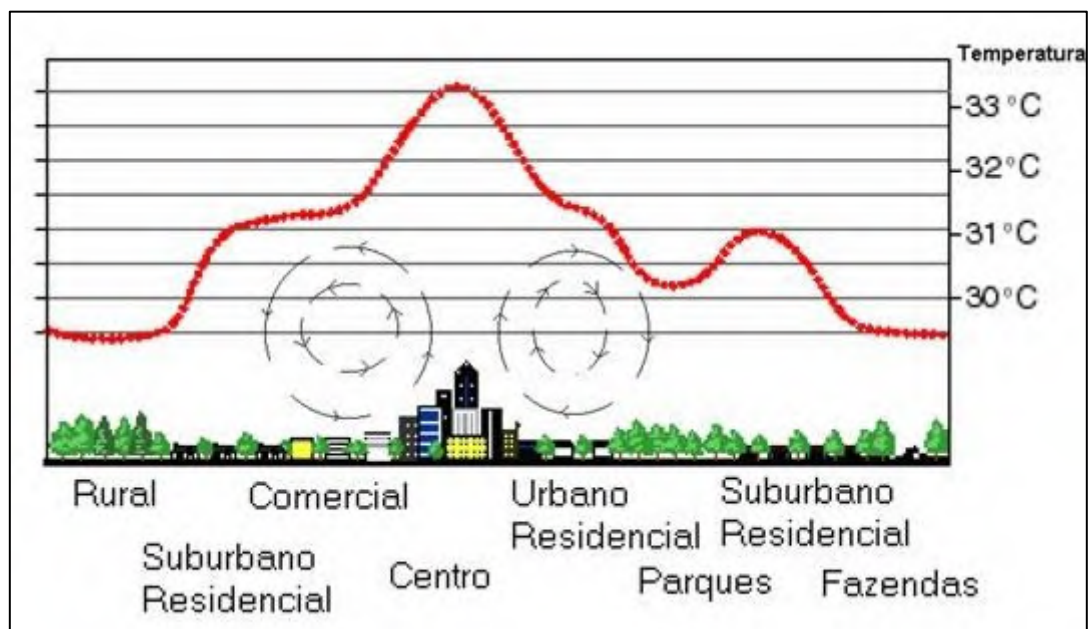
→ **mudanças no balanço de radiação**: os "cânions urbanos", formados pelos edifícios e construções, diminuem o albedo urbano como um todo em razão do maior sombreamento, aumentando a absorção de radiação solar, com consequente aumento da temperatura. Além disso, a geometria dos cânions promove uma diminuição 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 a 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-DF<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 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.





(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.

De modo geral, o smog é formado por compostos oriundos da combustão incompleta de combustíveis fósseis e de fumos industriais. Mais especificamente, há dois tipos básicos de smog existentes, a depender da necessidade ou não de luz para ocorrer: o smog industrial e o smog fotoquímico.

O **smog industrial/ácido** é composto por uma mistura de fumaça, neblina, cinzas, fuligem e compostos como dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) e ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), 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 ( $\text{O}_3$ ), os óxidos de nitrogênio (principalmente  $\text{NO}_2$ ) e os compostos orgânicos voláteis (COV), podendo ainda formar peróxido de oxigênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), nitrato de peroxiacetil ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{NO}_3$ ) e o ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ).

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

O conceito de poluição está diretamente relacionado ao senso de degradação, de perda de qualidade e aos efeitos adversos no ar, na água e no solo. Não obstante, a poluição do ar pode ser resultado de processos **naturais** ou **antrópicos**.

Quando se fala em **controle** da poluição, normalmente se está falando de aspectos direcionados para a poluição oriunda de fontes antrópicas, mas não se deve desconsiderar a significância da poluição natural emitida por diversos fatores, como erupções vulcânicas, incêndios florestais, tempestades de areia, ciclones/furações, decomposição de plantas e animais, erosão do solo, pólen, ozônio formado em tempestades, reações fotoquímicas, entre outras possibilidades.

Também é importante destacar que a poluição do ar está intimamente relacionada a três componentes básicos: as **fontes de emissão**, a **atmosfera** e os **receptores**. Uma vez lançados pelas fontes de emissão, os poluentes encontram na atmosfera um ambiente propício para sua locomoção, podendo interagir com a fauna e a flora, que representam os organismos que recebem os poluentes.

Considerando os malefícios que a poluição atmosférica pode causar, métodos de controle devem ser empregados para **neutralizar** ou, ao menos, **minimizar** os efeitos dos poluentes.

O método ideal de controle é, indubitavelmente, **evitar** a poluição, ou seja, não emitir gases poluentes para a atmosfera. Todavia, a substituição de processos produtivos nem sempre é possível ou viável e, nesses casos, devem ser utilizados instrumentos para **diminuição** da emissão de poluentes ou ainda para **remoção** dos poluentes já emitidos da atmosfera.

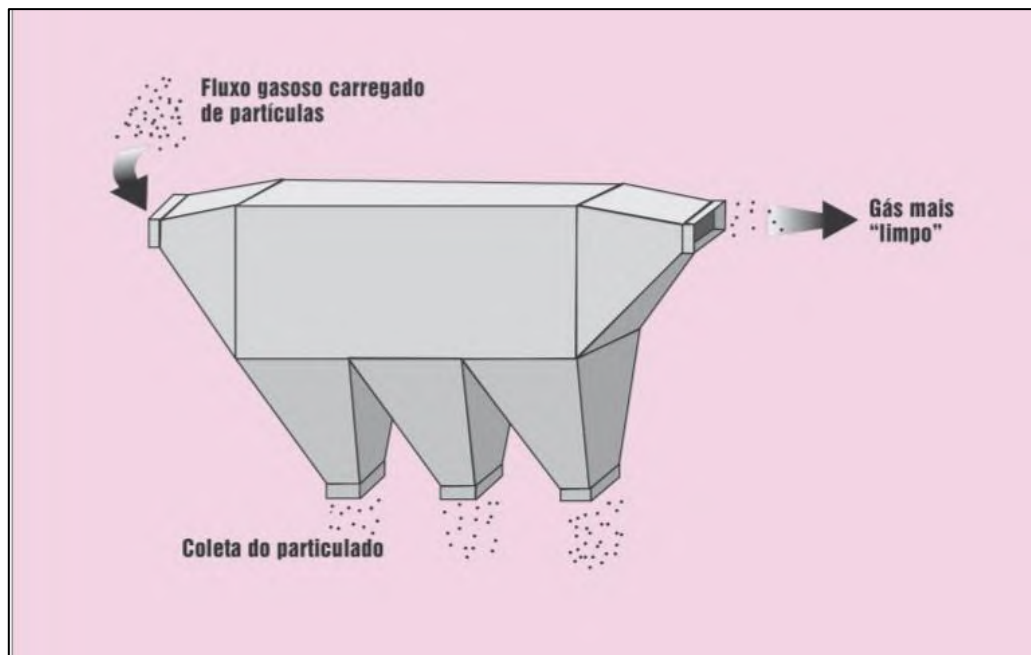
Nesse contexto, vale dizer que é possível alcançar a remoção praticamente completa de qualquer substância poluente da atmosfera. Entretanto, essa remoção total de um poluente pode se tornar muito **cara** e, na verdade, normalmente é **desnecessária**. Isso porque, na maioria dos casos, concentrações pequenas de poluentes não causam grave danos diante da capacidade de autodepuração da atmosfera promovida por processos naturais.

Feitos os esclarecimentos iniciais, vamos partir para o estudo de alguns dos principais instrumentos de controle da poluição atmosférica.

## 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 gravitacional<sup>1</sup>

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.

É importante salientar que a câmara gravitacional deve ser dimensionada para prover condições para que a partícula de um diâmetro desejado tenha um **tempo de residência** no interior do equipamento suficiente para a sua captura, ou seja, o **tempo de queda** da partícula deve ser **menor** que o seu tempo de residência na câmara.

Há diversas configurações para as câmaras gravitacionais, sendo os tipos mais comuns as de expansão simples, as de múltiplos pratos (ou bandejas) e as inerciais.

## 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 µm).

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.

---

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

Alguns dos pontos positivos dos ciclones são: **baixo custo** de instalação e manutenção, ocupam **pequeno espaço**, não possuem partes móveis e podem ser confeccionados em diversos materiais. Independentemente da forma ou tamanho do ciclone, o mecanismo básico de atuação é o mesmo: atuação da **força centrífuga** sobre as partículas para a sua remoção.

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.

Quando se fala de ciclone, um fator importante é a **massa** da partícula, uma vez que é diretamente proporcional à força centrífuga que atua sobre ela.

! Em geral, pode-se afirmar que a **eficiência** de um ciclone **aumenta** com o diâmetro e a densidade da partícula; a velocidade dos gases; comprimento do cone e diâmetro de saída; **diminuindo** em função do aumento da viscosidade do gás e o diâmetro do corpo do ciclone.

Outro aspecto digno de nota é que pode ocorrer **ressuspensão** das partículas coletadas no interior do ciclone, com seu retorno à corrente gasosa e saída do equipamento juntamente com o gás "limpo". Neste caso, deve-se **reduzir** a **velocidade** de entrada do gás no equipamento.

A seguir, você encontra uma imagem ilustrativa de um ciclone de controle da poluição do ar.



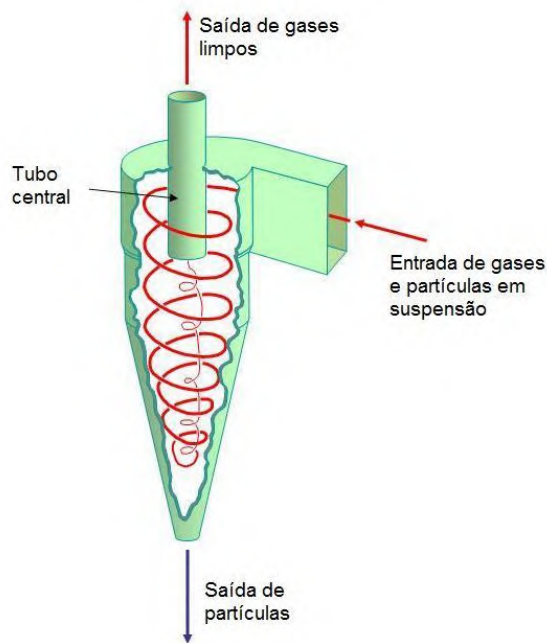


Imagem de domínio público retirada da internet<sup>2</sup>.

## Precipitador eletrostático

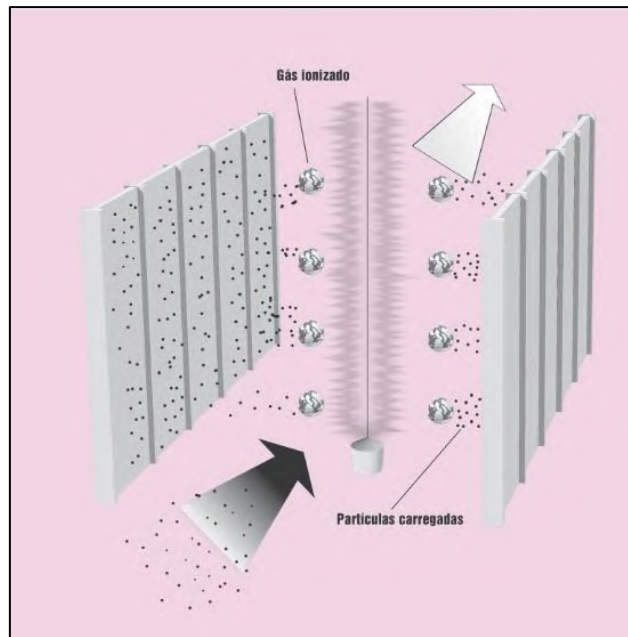
O princípio básico dos precipitadores eletrostáticos é atrair as partículas de poluentes presentes no ar por ação da **eletrostática**, isto é, pela atração elétrica de átomos com cargas diferentes.

Para tanto, as partículas presentes nas correntes gasosas são **carregadas eletricamente** por meio de eletrificação por contato, atrito, indução, ionização ou por corrente corona, sendo esta última a forma mais utilizada.

Uma **corrente ou descarga corona** é produzida quando uma alta voltagem é aplicada entre dois eletrodos, sendo um deles normalmente um fio ou uma barra de diâmetro pequeno e o outro, uma placa plana, gerando, assim, um campo elétrico não uniforme.

---

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



Precipitador eletrostático<sup>3</sup>

Como resultado, o campo elétrico nas proximidades do eletrodo fino é muito **intensificado** e qualquer elétron que entre nesta região é **acelerado** e, eventualmente, colidirá com um átomo do gás circundante. O elétron possui energia suficiente para deslocar outro elétron, criando um íon positivo e um elétron adicional. Este elétron será também acelerado e produzirá o mesmo efeito, resultando em uma profusão de elétrons, junto ao eletrodo fino.

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.

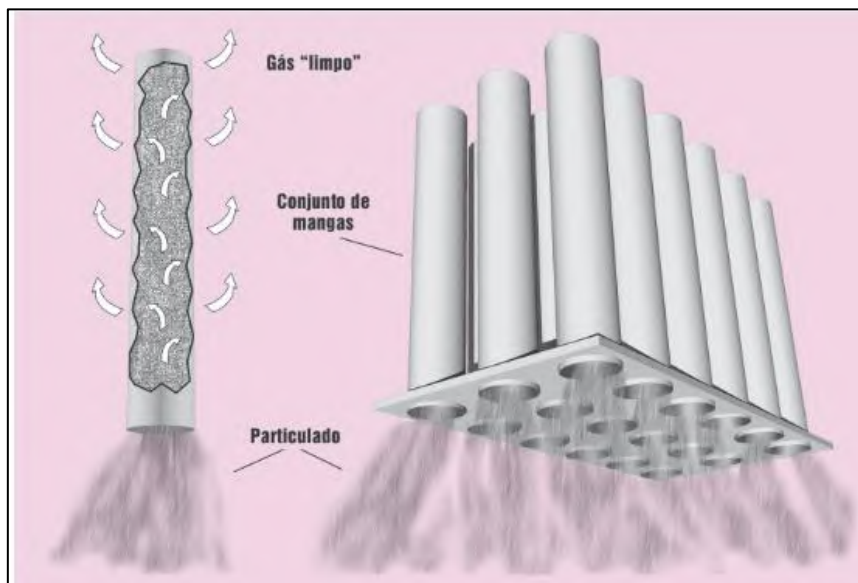
Uma característica interessante das filtrações é que, ao longo do processo, forma-se, na superfície do meio filtrante, uma camada do material removido da corrente gasosa, chamada de "**torta de filtração**". Essa camada auxilia no processo de filtração, aumentando a eficiência de coleta do filtro. Assim,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

---

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

Entretanto, após certo tempo, o crescimento da espessura da torta de filtração causa uma **queda de pressão** demasiada no filtro, forçando a remoção periódica (**limpeza**) da torta. Para promover tal limpeza, três mecanismos básicos podem ser utilizados: vibração mecânica, fluxo reverso e jato pulsante.

O nome filtro de manga deriva de que, em aplicações industriais, o meio material poroso é geralmente um **tecido** com o qual se confecciona uma estrutura de formato tubular semelhante a uma manga de camisa. Então, várias “mangas de camisa” são dispostas em fileiras emparelhadas e acondicionadas no interior de uma grande caixa.



Filtro de manga<sup>4</sup>

As principais **vantagens** dos filtros de manga são a sua **eficiência**, uma vez que consegue remover até mesmo partículas com diâmetro menores de 1  $\mu\text{m}$ , 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

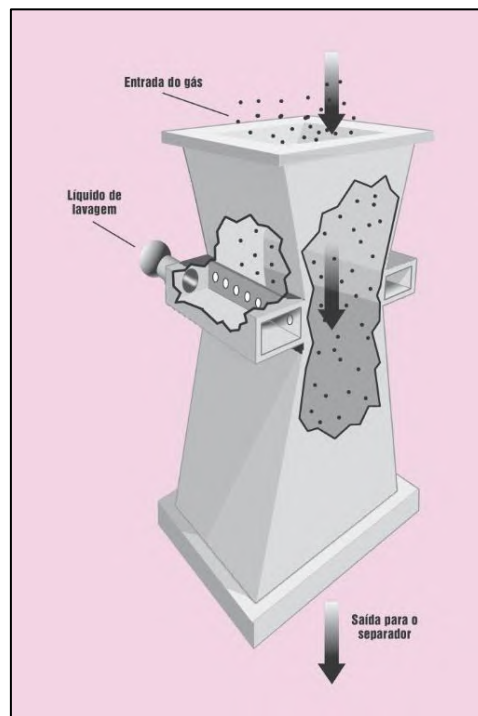
A rigor, os lavadores podem ser utilizados na limpeza de correntes gasosas para remoção tanto de poluentes gasosos como de material particulado em suspensão. Entretanto, o termo “lavadores” é, em geral, utilizado quando se trata da remoção ou coleta de **material particulado**, sendo que, para gases, o termo mais comum é “**absorvedores**”, como veremos em breve nesta aula.

---

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

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.



Lavador Venturi<sup>5</sup>

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  $\mu\text{m}$ ).

Nos lavadores Venturi, o líquido de lavagem é introduzido com pressão em sua "garganta" por meio de bicos atomizadores, onde são geradas pequenas gotas. O gás "sujo" atravessa essa região do equipamento em alta velocidade, o que ajuda na dispersão das gotas de líquido e na captura do material particulado.

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**.

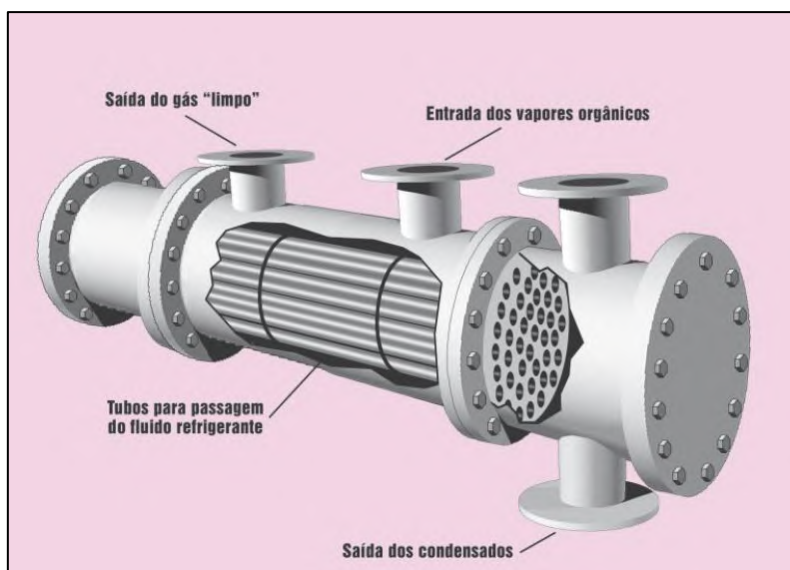
---

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

## 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.



Condensador<sup>6</sup>

Os tipos mais comuns de condensadores são os de **contato**, nos quais o fluido resfriador é colocado em contato direto com a corrente gasosa, e os de **superfície**, nos quais o fluido resfriador está confinado em um compartimento distinto da corrente gasosa. Em geral, os condensadores de superfície são os mais utilizados e muitas configurações são possíveis, sendo as mais comuns: casco e tubos, duplo tubo, tubo espiral e placas planas.

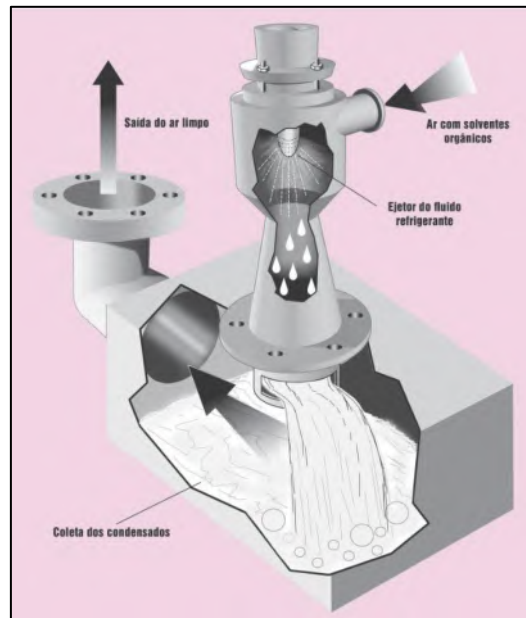
## Absorvedor

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.

---

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

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.



Absorvedor<sup>7</sup>

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**.

Há diferentes configurações de equipamentos absorvedores, sendo as mais usuais as colunas de recheio ou empacotadas (*packed beds*) e as colunas de aspersão (*spray towers*).

Nas **colunas recheadas**, o líquido e o gás estão em contato ao longo da altura da coluna e a concentração do poluente varia em cada fase (líquida e gasosa) à medida que ele avança pela coluna. Assim, a força motriz para a transferência de massa entre as fases líquida e gasosa varia ao longo da coluna.

Desse modo, a escolha do recheio possui grande importância nas colunas recheadas, devendo-se observarem algumas características para ele, tais como: alta resistência química, alta porosidade, alta relação área superficial/volume de recheio, alta resistência mecânica, baixa relação peso/volume de recheio e baixo custo.

Por fim, cumpre destacar que a absorção pode ser realizada com um líquido puro ou uma **solução** na qual um reagente químico é adicionado para aumentar a eficiência do processo. Nesse caso, o poluente

---

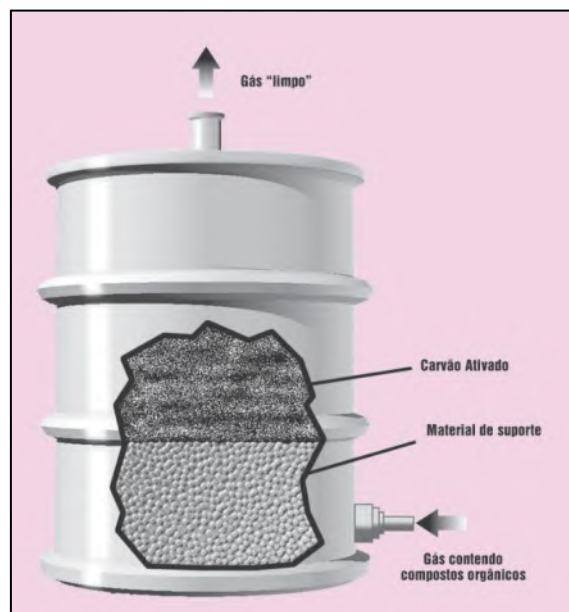
<sup>7</sup> Fonte: Gestão de Fontes Estacionárias de Poluição Atmosférica: Paulo Sérgio Fernandes. Disponível em: <http://www.ambiental.ufpr.br>.

gasoso, além de ser absorvido pelo líquido, sofre uma reação química para transformá-lo em compostos menos poluentes ou que facilitem o tratamento posterior dos efluentes líquidos do processo de absorção.

## 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.



Adsorvedor<sup>8</sup>

Há diferentes configurações de equipamentos adsorvedores, sendo as mais usuais são as colunas de recheio ou empacotadas (*packed beds*), também chamadas de leito fixo, semelhantes às colunas de absorção já mencionadas. Em usos com ar comprimido, é comum a presença de torres de carvão ativado com fins de eliminar os vapores de hidrocarbonetos para processamento de alimentos e produtos farmacêuticos, por exemplo.

Em geral, os processos de adsorção operam por meio de um sistema cíclico no qual o adsorvente é submetido a uma etapa de adsorção, durante a qual as substâncias de interesse são adsorvidas, seguida de

---

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



uma etapa de regeneração ou dessorção, na qual os componentes adsorvidos são removidos e o adsorvente é regenerado, ficando apto para uma nova etapa de adsorção.

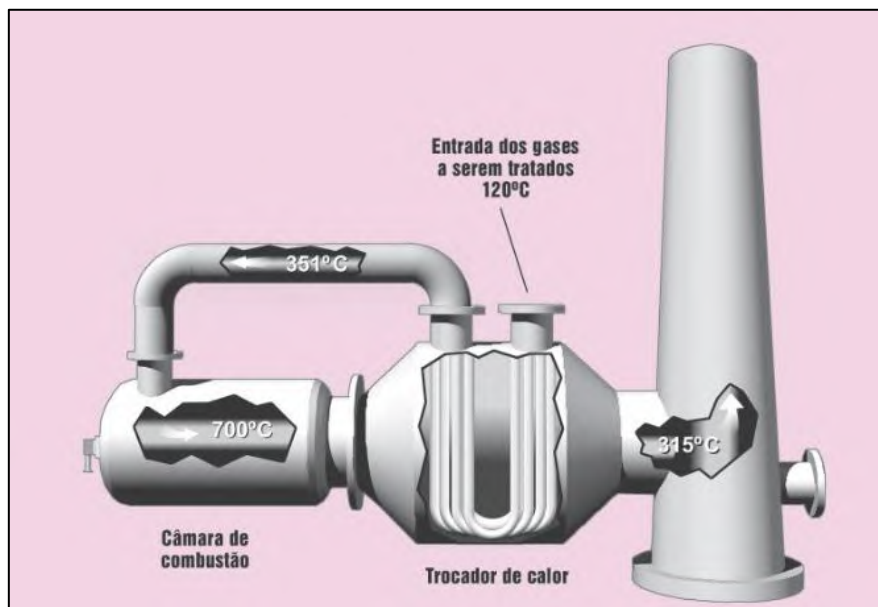
Os métodos de regeneração do adsorvente são basicamente: regeneração por aquecimento do leito, regeneração pela redução da pressão interna da coluna, regeneração pela passagem de um gás inerte e regeneração por deslocamento químico.

## 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.

Nesse cenário, para alcançar a combustão completa, deve-se proporcionar as seguintes condições quando do contato entre os poluentes, o combustível e o oxigênio: temperatura elevada para ignição da mistura poluente/combustível, mistura turbulenta dos reagentes e tempo de residência suficiente para a reação ocorrer.



Incinerador<sup>9</sup>

Em relação ao primeiro fator (temperatura), geralmente os incineradores operam na faixa de 600 °C a 650 °C, mas, em alguns casos, as temperaturas podem variar chegar a mais de 2.200 °C. Já em relação ao

---

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



combustível, normalmente é utilizado **gás natural** ou **propano**. Por fim, em relação ao comburente (oxigênio), uma quantidade suficiente de oxigênio deve estar presente para a conversão de todo carbono a  $\text{CO}_2$ .

## Separador de membrana

Os processos de separação por membranas consistem na passagem da mistura gasosa através de uma **membrana permeável**, ocorrendo **separação seletiva** dos componentes.

Trata-se de um fenômeno muito parecido com o da filtração de material particulado, mas a separação por membrana utiliza o **escoamento tangencial**, ao passo que a filtração convencional utiliza o **escoamento frontal**.

Ressalta-se que as membranas são mais frequentemente utilizadas para o tratamento de correntes gasosas que contêm **compostos orgânicos** voláteis (COV) com **altas concentrações** (acima de 1.000 ppm) e **vazões moderadas**.

Por fim, saiba que alguns dos materiais mais utilizados para fabricação das membranas são o polipropileno, a poliamida, a poliacrilonitrilao, a alumina e a sílica.

## Biofiltro

Trata-se de uma tecnologia que utiliza **processos biológicos** para o tratamento da poluição do ar, sendo utilizados para o controle de emissões gasosas contaminadas por fenóis, aldeídos, ácidos orgânicos,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  e  $\text{PH}_3$  (fosfina), entre outros.

De modo mais específico, a biofiltração é um processo em que o ar contaminado é passado através de um **meio poroso** (leito empacotado ou leito fixo) que abriga uma população de **microrganismos**, que degradam os poluentes ali presentes. Dessa degradação resultam alguns produtos, como dióxido de carbono, água, produtos inorgânicos e biomassa.

Nessa toada, perceba que o desempenho do biofiltro depende da **degradabilidade** dos contaminantes, sendo que os compostos mais complexos podem **resistir** à ação microbiana. Inclusive, há a possibilidade de haver a geração de subprodutos **mais tóxicos** do que os compostos originais.

Em razão da necessidade de fornecer um ambiente adequado para o crescimento dos microrganismos, o biofiltro deve possuir bom teor de **umidade**, **pH** e **temperatura**. Ademais, água e nutrientes adicionais podem ser adicionados ao biofiltro para a manutenção da população microbiana em condições adequadas.

Há diferentes configurações para um biofiltro, mas todas possuem o princípio de conter um leito fixo composto de um material inerte, por exemplo argila expandida, espuma de poliuretano ou qualquer outro recheio inerte que permita o crescimento dos microrganismos em sua superfície e a formação de uma fina camada aderida, chamada **biofilme**.

## Catalisadores

O sistema de **redução catalítica seletiva** (RCS ou, em inglês, SCR) é especialmente utilizado para **redução dos 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.

Os catalisadores de automóveis também podem agir para oxidar o CO (**monóxido de carbono**) e hidrocarbonetos, convertendo-os em agentes não tóxicos, como CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>.



(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.

## 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. (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.

### 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 (O<sub>3</sub>), 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 CO<sub>2</sub> 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. (CEBRASPE/PERÍCIA FORENSE DO CEARÁ – 2012) A respeito da química da atmosfera, julgue o próximo item.

*A camada de ozônio é entendida como um escudo natural da Terra contra a radiação ultravioleta solar.*

## Comentários

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).

Questão correta!

### 10. (CEBRASPE/MCT – 2012) Em relação a poluição atmosférica e camada de ozônio, julgue o próximo item.

*A camada de ozônio é a camada da atmosfera que se encontra entre 10 km e 50 km, estando a concentração máxima de ozônio situada, geralmente, na faixa de 20 km a 25 km.*

## Comentários

O ozônio não está igualmente distribuído por toda a estratosfera, sendo que a maior parte fica na região conhecida por **ozonósfera**, que se localiza geralmente entre 20 km a 35 km de altitude, aproximadamente. Faz sentido o que a banca traz, pois são faixas aproximadas. Questão correta!

### 11. (CEBRASPE/FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – 2011) Com relação a meteorologia e climatologia, julgue o item seguinte.

*A troposfera e a estratosfera, embora tenham pouca influência sobre a hidrologia terrestre, são importantes para a existência de vida na Terra, uma vez que retêm a parte mais energética da radiação solar que, se atingisse a superfície da Terra causaria graves danos.*

## Comentários

Questão típica do Cebraspe, trazendo uma informação incorreta (troposfera e estratosfera têm pouca influência sobre a hidrologia) junto com uma afirmação correta (elas são importantes para a existência de vida na Terra).

Ora, é claro que essas camadas influenciam a hidrologia terrestre. Basta lembrar que a água que percorre todo o ciclo hidrológico está basicamente presente nessas camadas, sobretudo na troposfera.

Questão errada!

### 12. (CEBRASPE/PREFEITURA DE RIO BRANCO-AC – 2007) A poluição do ar pode ser caracterizada, de acordo com a fonte de poluente, em móvel e estacionária. As fontes estacionárias produzem cargas pontuais de poluentes, enquanto as fontes móveis produzem cargas difusas de poluentes. Do ponto de vista da extensão da área atingida pela poluição, há os problemas globais, que envolvem toda a ecosfera, e os problemas locais, restritos a uma área relativamente pequena. Com relação a esse assunto, julgue o item seguinte.

*A chuva ácida e a destruição da camada de ozônio são exemplos de problemas globais decorrentes da poluição atmosférica.*



## Comentários

Questão tranquila, pois apenas menciona dois dos problemas mais comuns no que concerne à poluição atmosférica. Vimos, durante a aula, a problemática da chuva ácida e também da destruição da Camada de Ozônio. Questão [correta](#)!

**13. (FEPESE/CELESC-SC - 2019) A camada mais baixa da atmosfera, que contém cerca de 75% da massa de ar da Terra e estende-se em cerca de 17 km acima do nível do mar, é chamada de:**

- a) Exosfera.
- b) Litosfera.
- c) Mesofera.
- d) Troposfera.
- e) Estratosfera

## 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 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.

Logo, a **alternativa D** está [correta](#) e é o nosso gabarito.

**14. (UNESC/FUNDAÇÃO LAGUNENSE DE MEIO AMBIENTE-SC - 2019) A atmosfera é o conjunto de gases, vapor d'água e partículas, constituindo o que se chama de ar, que envolve a superfície da Terra. Nesse aspecto, o teor dos principais gases constituintes da atmosfera (até 25 km de altitude), assim quantificados (% do volume): 78,084; 20,946; 0,934; 0,031, referem-se, respectivamente aos seguintes gases:**

- a) oxigênio, nitrogênio, ozônio e hidrogênio.
- b) nitrogênio, oxigênio, argônio e neônio.
- c) nitrogênio, oxigênio, argônio e dióxido de carbono.
- d) oxigênio, nitrogênio, neônio e hélio.

## Comentários

Lembremos que o nitrogênio ( $N_2$ ) é o gás mais abundante na atmosfera, ocupando cerca de 78% em volume, seguido por oxigênio (aprox. 21%), argônio (aprox. 0,9%), gás carbônico (aprox. 0,03%) e outros inúmeros gases em concentrações menores ocupando o restante (0,07%).

A banca foi até mais precisa, trazendo os valores dos gases com três casas decimais. De qualquer maneira, era possível saber que a **alternativa C** está [correta](#) e é o nosso gabarito.

15. (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 – CARACTERÍSTICAS DA POLUIÇÃO DO AR E PRINCIPAIS POLUENTES - MULTIBANCAS



1. (FGV/POLÍCIA CIVIL-RJ – 2022) O monóxido de carbono é um gás produzido durante a queima de hidrocarbonetos, como o gás natural usado em residências. A intoxicação causada por monóxido de carbono (CO) pode ser fatal porque esse gás:
- a) destrói as hemácias, impedindo a eliminação de gás carbônico nos alvéolos;
  - b) aumenta a acidez do sangue, causando a morte dos tecidos e órgãos;
  - c) liga-se preferencialmente à hemoglobina, reduzindo o transporte de oxigênio até as células;
  - d) interrompe o movimento dos leucócitos, dificultando a hematose nos pulmões;
  - e) bloqueia a ação das plaquetas, provocando a ocorrência de hemorragias.

### Comentários

Em termos de poluição e malefícios à saúde, o monóxido de carbono 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.

Não raramente são noticiados casos de pessoas que morreram dentro de compartimentos fechados, como garagens, por não perceberem que estavam sendo intoxicadas por monóxido de carbono emitido pelos escapamentos dos veículos.

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

2. (FUNDATEC/PREFEITURA DE ESTEIO-RS – 2022) Um dos principais poluentes presentes no ar atmosférico do município de Esteio (dados obtidos em <https://weather.com/>) é considerado um poluente secundário, uma vez que sua formação ocorre pela reação entre compostos orgânicos voláteis e poluentes primários na presença de luz solar. Esse poluente é o:
- a) Óxido de nitrogênio (NO).
  - b) Dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>).
  - c) Ozônio (O<sub>3</sub>).
  - d) Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>).
  - e) Monóxido de carbono (CO).

## Comentários

Na troposfera, local próximo à superfície terrestre, alguns outros compostos são determinantes para a formação do O<sub>3</sub>, chamado neste caso de ozônio troposférico. Os principais compostos precursores do ozônio troposférico são os óxidos de nitrogênio - NOX (sobretudo o NO<sub>2</sub>) 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 O<sub>2</sub>.

Portanto, a **alternativa C** está correta e é o nosso gabarito (inclusive, foi o único poluente secundário trazido pelas alternativas).

### 3. (FGV/PREFEITURA DE MANAUS-AM – 2022) As opções a seguir apresentam gases poluentes liberados por carros, à exceção de uma. Assinale-a.

- a) Monóxido de carbono.
- b) Dióxido de carbono.
- c) Óxidos de nitrogênio.
- d) Nitrogênio.
- e) Hidrocarbonetos.

## Comentários

São muitas as substâncias tóxicas emitidas pelos automóveis, tais como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), hidrocarbonetos (HC), óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>) e material particulado (MP).

Contudo, nitrogênio não é uma delas, sendo a **alternativa D** o nosso gabarito.

### 4. (CEPUERJ/UERJ – 2022) Por definição, a poluição do ar é caracterizada por altas concentrações de substâncias químicas que causam impactos danosos a seres humanos e outros animais, vegetação ou em materiais. Em se tratando de gases poluentes na atmosfera, é correto afirmar que:

a) o ozônio (O<sub>3</sub>) é um dos principais poluentes atmosféricos nos centros urbanos. Esse gás é formado na atmosfera a partir de outros gases emitidos e provoca problemas à saúde, como irritação e ardência nos olhos, agravamento de doenças, como asma, bronquite e enfisema.

b) compostos orgânicos voláteis (COV) são gases orgânicos emitidos a partir de atividades humanas. Como são inúmeros compostos e com estruturas químicas diferentes, a toxicidade em seres humanos varia consideravelmente. Os COV têm participação na formação de O<sub>3</sub> na atmosfera. Não existem relatos de emissões naturais de COV.

c) entre os óxidos nitrosos (NO<sub>x</sub>), tem-se o dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), um gás incolor que contribui para a formação de ozônio (O<sub>3</sub>) na atmosfera. Também contribui para a formação de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>),

que causa deposições ácidas. O NO<sub>2</sub> pode causar uma série de danos à saúde humana, como agravamento da asma, da bronquite crônica e irritação nos pulmões

d) o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) é um gás amarelo-amarronzado, altamente tóxico, que causa irritação dos olhos e do sistema respiratório. Também contribui para a formação de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), que causa deposições ácidas. A exposição crônica pode causar uma condição permanente semelhante à bronquite e, nos olhos, a deformação da íris e endurecimento da córnea

### Comentários

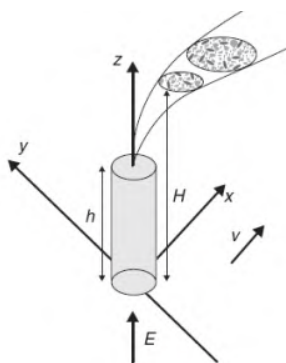
A **alternativa A** está correta e é o nosso gabarito. Na troposfera, local próximo à superfície terrestre, alguns outros compostos são determinantes para a formação do O<sub>3</sub>, chamado neste caso de ozônio troposférico. Os principais compostos precursores do ozônio troposférico são os óxidos de nitrogênio - NOX (sobretudo o NO<sub>2</sub>) e os compostos orgânicos voláteis (COV) em geral, que são compostos que facilmente se vaporizam e entram na atmosfera, tais como o acetaldeído.

A **alternativa B** está errada. Os COV são uma categoria de substâncias químicas orgânicas. O COV mais comum é o metano, que pode muito bem ser emitido naturalmente, como vimos. Os COVs artificiais mais comuns incluem os "thinners" de pintura, solventes de limpeza e componentes de combustíveis derivados de petróleo.

A **alternativa C** está errada. O NO<sub>2</sub> É um gás de cor acastanhada/parda, não incolor.

A **alternativa D** está errada. O SO<sub>2</sub> é um gás incolor, não amarelo-amarronzado.

5. (CEPUERJ/UERJ – 2022) Entre as possibilidades de destinação final de resíduos sólidos dos serviços de saúde, tem-se a incineração, que gera, por consequência, a emissão de gases. Em se tratando do monitoramento de emissões, é possível modelar o transporte de poluentes na atmosfera (dispersão de plumas). Entre os modelos mais utilizados, tem-se a pluma gaussiana, assim denominado em decorrência da sua similaridade com a curva de densidade de probabilidade normal ou gaussiana. A pluma gaussiana é ilustrada pela figura e descrita pela equação, apresentadas a seguir:



**Pluma gaussiana:**

$$C = \frac{E}{\pi \times S_y \times S_z \times v} \times \exp \left[ -\frac{1}{2} \times \left( \frac{y}{S_y} \right)^2 \right] \times \exp \left[ -\frac{1}{2} \times \left( \frac{H}{S_z} \right)^2 \right]$$

Sendo: C = concentração do poluente (g/m<sup>3</sup>); E = taxa de emissão do poluente (g/s); S<sub>y</sub> = desvio horizontal da pluma (m); S<sub>z</sub> = desvio vertical da pluma (m); v = velocidade do vento (m/s); x, y, z = distâncias (m); h = altura da chaminé (m); ΔH = elevação da pluma (m); e H = altura da chaminé + elevação da pluma (m).

**Observação:** Os valores de  $S_y$  e  $S_z$  são proporcionais à distância  $x$  do ponto de emissão.

**Assunções para aplicação do modelo:** o terreno é plano; a carga poluidora é pontual e constante; o vento tem intensidade, direção e sentido constantes (eixo  $x$ ); a difusão turbulenta na direção do vento (eixo  $x$ ) é desprezada; os coeficientes de difusão nas demais direções (eixos  $y$  e  $z$ ) são constantes; não existe perda ou ganho de material poluidor por qualquer mecanismo físico, químico ou biológico.

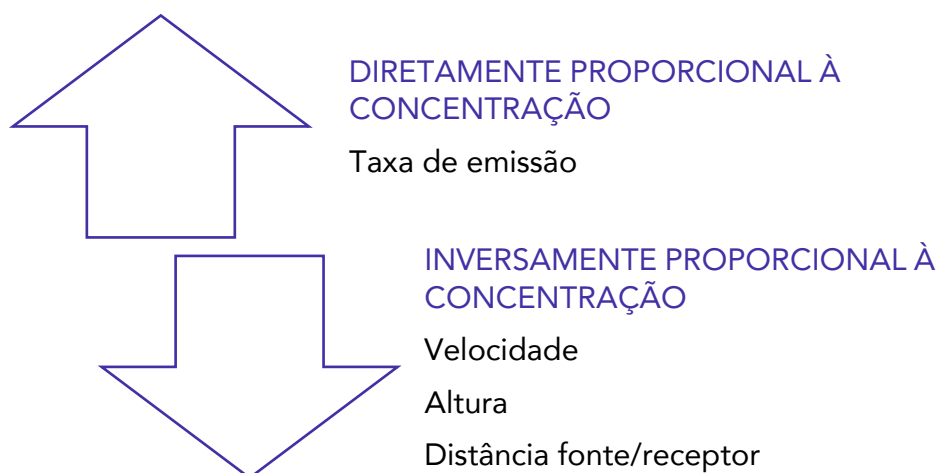
**Com base na pluma gaussiana, a concentração ( $C$ ) do poluente é maior quando:**

- a) a velocidade do vento ( $v$ ) e a distância ( $x$ ), a partir do ponto de emissão, forem maiores.
- b) a velocidade do vento ( $v$ ) e a distância ( $x$ ), a partir do ponto de emissão, forem menores.
- c) a velocidade do vento ( $v$ ) for maior e a distância ( $x$ ), a partir do ponto de emissão, for menor.
- d) a velocidade do vento ( $v$ ) for menor e a distância ( $x$ ), a partir do ponto de emissão, for maior.

### Comentários

A banca trouxe toda a equação da pluma gaussiana, mas bastava lembrar que, quanto maior a velocidade do vento e a distância, a partir do ponto de emissão, menor a concentração.

O vento ajuda a dissipar os poluentes e, naturalmente, a distância também. Em última instância, a concentração dos poluentes imediatamente na fonte é a maior possível.



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

6. (FGV/POLÍCIA CIVIL - RN – 2021) Nos incêndios com grandes aglomerações, em ambientes fechados, a causa da morte pode não ser a ação térmica direta, mas a inalação de gases tóxicos, dentre os quais o mais importante, nesses casos, é:

- a) monóxido de carbono;
- b) metano;
- c) sulfídrico;
- d) sulfeto de hidrogênio;

e) dióxido de enxofre.

### Comentários

Vimos que o monóxido de carbono (CO) tem essas características!

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.

Não raramente são noticiados casos de pessoas que morreram dentro de compartimentos fechados, como garagens, por não perceberem que estavam sendo intoxicadas por monóxido de carbono emitido pelos escapamentos dos veículos.

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

### 7. (FGV/POLÍCIA CIVIL-RJ – 2021) O mecanismo de morte nas intoxicações pelo monóxido de carbono é por:

- a) inibição do sistema de citocromo oxidases A;
- b) bloqueio das peroxidases das hemácias;
- c) competição com o oxigênio na ligação com a hemoglobina reduzida;
- d) substituição da carboxi-hemoglobina;
- e) aumento da concentração da carbamino-hemoglobina.

### Comentários

Em termos de poluição e malefícios à saúde, o CO 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.

O CO se liga de forma estável com a hemoglobina (que está ligada ao oxigênio) e essa ligação expulsa o oxigênio da ligação originária, restando somente a ligação Hb+CO. Ou seja, há competição com o oxigênio.

Cuidado! Não há “substituição” da carboxihemoglobina.

A **alternativa C** está correta e é o nosso gabarito.

**8. (CETREDE/IMAMN – 2021) Sobre o efeito estufa e a chuva ácida, analise as alternativas a seguir e assinale a CORRETA.**

- a) A chuva ácida resulta do aumento, na atmosfera, dos gases como o dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio e os óxidos de carbono.
- b) Os gases  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$  não têm relação direta com o efeito estufa.
- c) O gás butano ( $\text{CH}_4$ ) é utilizado para classificar e identificar o poder de aquecimento global dos demais gases causadores do efeito estufa.
- d) O manganês e o enxofre são responsáveis, respectivamente, pela chuva ácida e o efeito estufa.
- e) O fenômeno da chuva ácida foi descoberto por Argus Smith, na Grã-Bretanha, em meados de 2000, mas permaneceu esquecido até a década de 2010.

**Comentários**

A **alternativa A** está correta e é o nosso gabarito, a chuva ácida é um fenômeno que ocorre quando óxidos de enxofre e de nitrogênio lançados na atmosfera pela poluição reagem com a água das chuvas e geram ácidos.

A **alternativa B** está errada, visto que o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), e o metano ( $\text{CH}_4$ ) são dois dos GEEs mais relevantes.

A **alternativa C** está errada, porque é o  $\text{CO}_2$  que é utilizado como referência. Além disso, a banca menciona o gás butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) e coloca em parênteses o gás metano.

A **alternativa D** está errada. Não fez sentido. Os principais gases envolvidos com a chuva ácida são os óxidos de enxofre e de nitrogênio. Os principais GEEs são  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$  (metano).

A **alternativa E** está errada. O fenômeno da chuva ácida de fato foi descoberto por Argus Smith, na Grã-Bretanha. Mas isso ocorreu ainda no século XIX, permanecendo esquecido até meados do século XX.

**9. (PREFEITURA DE BATAGUASSU-MS/2021) Com relação à poluição do ar, analise as afirmativas a seguir:**

- I. O dióxido de enxofre é um gás incolor e um dos principais causadores da chuva ácida, pois, associado à água presente na atmosfera, forma ácido sulfuroso.
- II. Os óxidos de nitrogênio são emitidos majoritariamente em óxido nítrico (NO) e dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) e são contribuintes importantes na formação da neblina de poluentes nas cidades.
- III. O dióxido de carbono é um gás extremamente tóxico para os animais, pois ele se liga à hemoglobina fazendo com que a hemoglobina deixe de carregar oxigênio.
- IV. O Ozônio ( $\text{O}_2$ ) protege os seres vivos da radiação ultravioleta nociva do sol.
- V. Material particulado é o termo empregado para misturas variadas de partículas suspensas no ar que respiramos.



**Assinale a alternativa correta:**

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

**Comentários**

O **item I** está correto. O  $\text{SO}_2$  é um gás denso, incolor (em certas condições pode possuir aspecto amarelado) solúvel, tóxico a animais e não inflamável. De fato, o dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) pode formar o ácido sulfuroso.

O **item II** está correto. Os óxidos de nitrogênio são emitidos, por exemplo, por veículos automotores e, por esse motivo, possuem problemática muito relacionada aos centros urbanos.

O **item III** está errado. O que se liga à hemoglobina é o monóxido de carbono, não o dióxido.

O **item IV** está errado, pois a banca colocou  $\text{O}_2$  para representar o ozônio, quando o correto seria  $\text{O}_3$ .

O **item V** está correto. 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.

Desse modo, apenas os itens I, II e V estão corretos, sendo a **alternativa A** o nosso gabarito.

**10. (FGV/IMBEL – 2021) Na gestão ambiental, é fundamental orientar as organizações para quantificar e elaborar relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa (GEE). Nesse sentido, assinale a opção que apresenta dois gases considerados como GEE.**

- a) Vapor d'água e amônia.
- b) Óxido nitroso e nitrogênio.
- c) Dióxido de carbono e argônio.
- d) Monóxido de carbono e argônio.
- e) Dióxido de carbono e óxido nitroso.

**Comentários**

Os principais GEEs são: vapor d'água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorocarbonetos (PFCs) e o hexafluoreto de Enxofre ( $\text{SF}_6$ ).

Amônia, nitrogênio e argônio não são considerados com grande poder de efeito estufa.

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

11. (FUNDATEC/PREFEITURA DE IVOTI-RS – 2021) É um gás incolor, inodoro, insípido e não irritante, sendo assim, conhecido como “assassino silencioso”, que é produzido tanto por processos naturais, quanto por processos antropogênicos. Em relação às emissões naturais, têm-se queimadas florestais espontâneas, erupções vulcânicas e decomposição de clorofila. Quanto pela ação antropogênica, tem-se, principalmente, a combustão incompleta de combustíveis fósseis, como petróleo e carvão mineral” (SALLES, 2013). O gás a que se refere o texto é:

- a) Óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ).
- b) Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).
- c) Metano ( $\text{CH}_4$ ).
- d) Monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ).
- e) Sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

### Comentários

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.

Não raramente são noticiados casos de pessoas que morreram dentro de compartimentos fechados, como garagens, por não perceberem que estavam sendo intoxicadas por monóxido de carbono emitido pelos escapamentos dos veículos.

**Gabarito:** alternativa D.

12. (CEBRASPE/SEED-PR – 2021) No que se refere ao efeito estufa e à camada de ozônio, assinale a opção correta.

- a) O maior contribuidor individual do aumento da forçante radioativa dos gases de efeito estufa é o gás metano.
- b) O ozônio está presente em maior quantidade na troposfera, onde o ar é rarefeito.
- c) A camada de ozônio evita que toda a radiação ultravioleta C (UVC) e B (UVB), emitida pelo Sol, chegue à superfície terrestre.
- d) O aumento da concentração de gás carbônico e de outros gases na atmosfera provoca a retenção de mais calor na Terra, o que reduz a temperatura do planeta.
- e) O gás carbônico e o gás metano absorvem parte da energia refletida pela superfície terrestre e, em seguida, a devolvem para essa mesma superfície.

### Comentários

A **alternativa A** está errada, visto que o efeito estufa tem como principal gás o CO<sub>2</sub>, com cerca de 60% de contribuição para o aquecimento global.

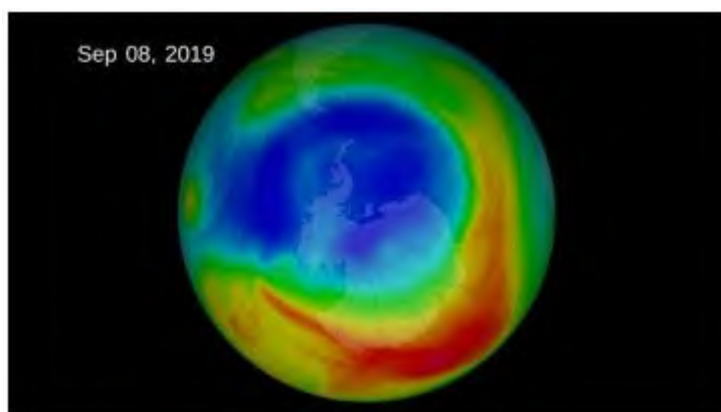
A **alternativa B** está errada. O gás ozônio forma a camada de ozônio que está presente na estratosfera.

A **alternativa C** está errada, pois a camada de ozônio retém apenas parte da radiação ultravioleta, não evitando totalmente a chegada da radiação até a superfície terrestre.

A **alternativa D** está errada, pois isso aumenta a temperatura do planeta, não diminui.

A **alternativa E** está correta e é o nosso gabarito. Os gases de efeito estufa absorvem a energia refletida na superfície, não permitindo que o calor retorne ao espaço, devolvendo essa energia para a mesma superfície terrestre.

**13. (FUNDATEC/PREFEITURA DE VACARIA-RS – 2021) A porção em azul sobre o continente Antártico, na imagem abaixo, revela:**



**Fonte da imagem: NASA Goddard/Katy Mersmann, 2019.**

a) O derretimento do gelo na Antártica como consequência primária do aumento da temperatura global, devido à emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE).

b) O deslocamento da massa polar atlântica (mPa), responsável pelo tempo frio e seco no Rio Grande do Sul e em toda região sul do continente.

c) As temperaturas atmosféricas da Zona Polar Antártica e da Zona Temperada do Sul.

d) A região da camada de ozônio de menor concentração de ozônio (O<sub>3</sub>) devido às emissões de substâncias contendo cloro ou bromo.

e) A intensificação do fenômeno La Niña, que promove o esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico sul.

### **Comentários**

Lembre-se que, em termos de localização, é importante destacar que o buraco da camada de ozônio se evidencia no Polo Sul porque é onde a redução do ozônio é mais flagrante e maior durante a primavera.

Ademais, o frio da região e a grande quantidade de luz ajudam a produzir as chamadas nuvens estratosféricas polares, onde é produzida a reação química de cloro e bromo que destrói o ozônio.

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

**14. (CEBRASPE/SEED-PR – 2021) Com relação à chuva ácida, assinale a opção correta.**

a) Ao cair em rios e lagos, a chuva ácida causa danos às plantas aquáticas e a animais marinhos, mas não afeta microrganismos.

b) As chuvas ácidas afetam o desenvolvimento das plantas pela redução de absorção de nutrientes do solo, embora não danifiquem diretamente as folhas.

c) A chuva ácida origina-se da combinação de gases de nitrogênio, enxofre e ozônio com o vapor de água e o gás carbônico.

d) No processo de formação da chuva ácida, o gás carbônico reage com o vapor de água na atmosfera, formando o ácido carbônico, o qual se dissocia, formando, por exemplo, os carbonatos.

e) O enxofre é o principal responsável pela acidez das chuvas ácidas.

**Comentários**

A **alternativa A** está errada, pois a chuva ácida pode sim afetar microrganismos.

A **alternativa B** está errada, visto que a chuva ácida afeta o desenvolvimento de plantas e também danifica as folhas.

A **alternativa C** está errada, porque o ozônio não faz parte da formação da chuva ácida.

A **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito. Um dos possíveis ácidos da chuva ácida é o carbônico.

A **alternativa E** está errada. Não é bem o “enxofre”, né?! Os óxidos de enxofre e nitrogênio são os principais agentes mesmo. Mas dizer que é o “enxofre” é errado.

**15. (CEBRASPE/SEED-PR – 2021, adaptada) O fogo na Amazônia Brasileira é responsável pela emissão de grandes quantidades de gases de efeito estufa por vários processos distintos. Com relação a esse tema, julgue os itens a seguir.**

*Quando há uma queimada, além da liberação de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), são liberados também gases-traço como metano (CH<sub>4</sub>) e monóxido de carbono (CO).*

**Comentários**

Tanto nas queimadas quanto nos incêndios, a eliminação do material orgânico por fogo gera a emissão de gases poluentes para a atmosfera, com destaque para o gás carbônico e, em quantidades bem menores, o monóxido de carbono (CO), o metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Questão correta!

**16. (CETREDE/IMAMN – 2021, adaptada) Em relação aos tipos de poluição e seus agentes causadores, julgue os itens a seguir.**

*O cloro lançado na atmosfera pode reagir com o ozônio, presente na estratosfera, expondo a superfície da Terra aos efeitos nocivos na radiação ultravioleta*

### Comentários

As substâncias que destroem a camada de ozônio (SDOs) são compostas por átomos de cloro, flúor e carbono. O cloro pode reagir quimicamente com a molécula de ozônio (O<sub>3</sub>), destruindo-a. Questão **correta!**

- 17. (CEBRASPE/IBAMA – 2013) A presença na atmosfera de determinados gases, como o ozônio, o monóxido de carbono, o dióxido de carbono e os óxidos de nitrogênio, pode causar danos à saúde e ao meio ambiente.**

**No que se refere a esse assunto, julgue os itens a seguir.**

*Pequenas concentrações de dióxido de carbono são altamente tóxicas para o ser humano, pois a afinidade da hemoglobina com este gás é cerca de 240 vezes maior que a afinidade da hemoglobina com o oxigênio.*

### Comentários

A questão trocou o monóxido de carbono (CO), que possui afinidade com a hemoglobina, pelo dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Questão **errada!**

- 18. (CEBRASPE/IBAMA – 2013) Poluente atmosférico é qualquer forma de matéria com intensidade e em quantidade suficiente para tornar o ar impróprio à saúde e danoso aos materiais, à fauna e à flora. Em relação a esse assunto, julgue os itens que se seguem.**

*Todos os gases que atuam no efeito estufa apresentam alta toxicidade.*

### Comentários

Nesta aula, não nos aprofundamos no tema do efeito estufa, mas lembre-se, por exemplo, do dióxido de carbono: principal gás de efeito estufa e não apresenta alta toxicidade (nós o exalamos a todo momento quando respiramos). Questão **errada!**

- 19. (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 efeito estufa é causado por diversos gases, sendo o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) um dos principais, que só existe na atmosfera devido à queima de combustíveis fósseis pelo homem.*

### Comentários

Questão muito **errada**: o CO<sub>2</sub> existe independentemente da ação humana, pela respiração dos seres e processos de decomposição, por exemplo.

20. (CEBRASPE/MPU – 2013) Poluente atmosférico é qualquer forma de matéria com intensidade e em quantidade suficiente para tornar o ar impróprio à saúde e danoso aos materiais, à fauna e à flora. Em relação a esse assunto, julgue os itens que se seguem.

*Verificam-se, nos horários de maior tráfego, as mais altas taxas de concentração de ozônio na atmosfera (troposfera), por ser este um dos principais poluentes originados da queima de combustíveis veiculares.*

#### Comentários

Questão **errada**, pois o ozônio não é liberado diretamente na queima de combustíveis veiculares, embora possa ser formado secundariamente por reações na atmosfera. Os principais compostos precursores do ozônio troposférico são os óxidos de nitrogênio - NOX (sobretudo o NO<sub>2</sub>) e os compostos orgânicos voláteis (COV) em geral, que são compostos que facilmente se vaporizam e entram na atmosfera, tais como o acetaldeído.

21. (CEBRASPE/MPU – 2013) Poluente atmosférico é qualquer forma de matéria com intensidade e em quantidade suficiente para tornar o ar impróprio à saúde e danoso aos materiais, à fauna e à flora. Em relação a esse assunto, julgue os itens que se seguem.

*Materiais particulados são poluentes emitidos durante a queima de combustíveis fósseis cujos efeitos nocivos à saúde da população são pouco significativos, dado que permanecem por pouco tempo na atmosfera.*

#### Comentários

Os materiais particulados não possuem essa característica de permanecer pouco tempo na atmosfera não! Pelo contrário, alguns permanecem longo tempo devido ao seu tamanho e natureza. Questão **errada**!

22. (CEBRASPE/PREFEITURA DE RIO BRANCO-AC – 2007) A poluição do ar pode ser caracterizada, de acordo com a fonte de poluente, em móvel e estacionária. As fontes estacionárias produzem cargas pontuais de poluentes, enquanto as fontes móveis produzem cargas difusas de poluentes. Do ponto de vista da extensão da área atingida pela poluição, há os problemas globais, que envolvem toda a ecosfera, e os problemas locais, restritos a uma área relativamente pequena. Com relação a esse assunto, julgue o item seguinte.

*Os veículos que circulam por uma cidade são fontes móveis de lançamento de poluentes do ar.*

#### Comentários

De fato, os veículos são fontes móveis, que diferenciam-se das fontes fixas (estacionária) de emissão atmosférica, como as chaminés das indústrias. Questão **correta**.

23. (CEBRASPE/PREFEITURA DE RIO BRANCO-AC – 2007) A poluição do ar pode ser caracterizada, de acordo com a fonte de poluente, em móvel e estacionária. As fontes estacionárias produzem cargas pontuais de poluentes, enquanto as fontes móveis produzem cargas difusas de poluentes. Do ponto de vista da extensão da área atingida pela poluição, há os problemas globais, que envolvem toda a ecossfera, e os problemas locais, restritos a uma área relativamente pequena. Com relação a esse assunto, julgue o item seguinte.

*Uma chaminé de uma indústria que emite poluentes na atmosfera pode ser classificada como fonte estacionária.*

#### Comentários

Uma fonte estacionária é uma fonte fixa, pontual, que não é móvel. Questão [correta](#)!

24. (CEBRASPE/IEMA-ES – 2007) As atividades antrópicas têm grande potencial para gerar poluentes para o meio atmosférico, com consequências negativas para o meio ambiente e para o homem. O impacto dessa poluição depende de diversos fatores, tais como do clima local, da topografia e das características das atividades poluidoras. Para atacar esse problema, as atividades de controle da poluição do ar utilizam alguns meios para diminuir ou evitar a emissão de poluentes. Acerca dessa questão, julgue o item seguinte.

*A substituição da queima de combustível fóssil por energia hidrelétrica permite reduzir a emissão de dióxido de enxofre.*

#### Comentários

Lembre-se que, quando se fala de emissão antrópica do SO<sub>2</sub> (dióxido de enxofre), geralmente se fala em liberação pela queima combustão de combustíveis fósseis por parte das indústrias termelétricas, para aquecimento e pela queima de combustíveis veiculares.

Logo, a substituição da queima de combustível fóssil dessas termelétricas por energia hidrelétrica permite sim reduzir a emissão de dióxido de enxofre. Questão [correta](#).

25. (CEBRASPE/IEMA-ES – 2007) As atividades antrópicas têm grande potencial para gerar poluentes para o meio atmosférico, com consequências negativas para o meio ambiente e para o homem. O impacto dessa poluição depende de diversos fatores, tais como do clima local, da topografia e das características das atividades poluidoras. Para atacar esse problema, as atividades de controle da poluição do ar utilizam alguns meios para diminuir ou evitar a emissão de poluentes. Acerca dessa questão, julgue o item seguinte.

*O material particulado originado em plantas industriais é composto por partículas de material sólido e líquido, originados principalmente nos processos de combustão.*

#### Comentários

Questão [correta](#)!

Lembre-se que o MP não consiste em uma substância específica, mas em uma mistura de partículas líquidas e sólidas em suspensão na atmosfera e que 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.

26. (UFRRJ/UFRRJ – 2019) Assinale a alternativa que apresenta o gás denso, altamente tóxico, incolor e não inflamável, oriundo de fontes naturais ou antropogênicas que estão ligadas principalmente à geração de energia, uso veicular e aquecimento doméstico.

- a)  $\text{NO}_2$
- b)  $\text{SO}_2$
- c)  $\text{CO}$
- d)  $\text{O}_3$
- e)  $\text{CH}_4$

#### Comentários

A **alternativa A** está errada, pois, embora o dióxido de nitrogênio seja tóxico e não inflamável, ele possui cor parda/acastanhada.

A **alternativa B** está correta e é o nosso gabarito, visto que o  $\text{SO}_2$  atmosférico pode decorrer de fenômenos naturais, como vulcões, mas a maior contribuição ocorre pela combustão industrial relacionada principalmente à geração de energia e ao aquecimento, além de também ser emitido na queima de combustíveis veiculares. Trata-se de um gás altamente tóxico a animais, bastante denso, incolor e não inflamável.

A **alternativa C** está errada, porque, embora o monóxido de carbono seja muito tóxico, ele é produzido pela queima incompleta de combustíveis e não por fontes naturais. Trata-se de um gás inodoro e muito perigoso à vida, podendo "substituir" a hemoglobina do sangue e diminuir a capacidade deste de transportar oxigênio.

A **alternativa D** está errada, porque o ozônio é um gás formado naturalmente quando as moléculas de oxigênio se rompem devido à radiação solar e combinam-se separadamente em um alótropo triatômico do oxigênio.

A **alternativa E** está errada, pois, embora o metano possa ser proveniente de fontes naturais e antrópicas, ele é altamente inflamável.



27. (UFRRJ/UFRRJ – 2019) A deposição ácida ocorre por conta da emissão de óxidos de enxofre e de nitrogênio gerados pela queima de combustíveis que contém enxofre e/ou nitrogênio em sua composição. Qual a principal fonte destas emissões?

- a) Fabricação de celulose.
- b) Exploração e produção de petróleo.
- c) Queimadas florestais
- d) Queima de carvão mineral em termelétricas.
- e) Fabricação de etanol.

#### Comentários

Primeiramente, há que esclarecer que essa "deposição ácida" mencionada pela questão nada mais é do que a chuva ácida. Sendo assim, fica mais fácil lembrarmos que tanto o  $\text{NO}_2$  quanto o  $\text{SO}_2$ , principais responsáveis por esse fenômeno, são formados principalmente pela queima de combustíveis derivados de fósseis, seja em veículos automotores (ex.: gasolina e gás natural, seja em usinas termelétricas (ex.: carvão mineral).

Assim, a **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito. A única alternativa que poderia gerar dúvida seria a B, mas atente no fato de que a mera exploração e produção de petróleo não emite combustíveis fósseis, mas sim a queima desse petróleo ou seus derivados.

28. (UFRRJ/UFRRJ – 2019) Qual alternativa apresenta um gás benéfico na estratosfera, mas que em camadas mais baixas da atmosfera tem efeitos tóxicos por afetar diretamente os seres vivos, principalmente os vegetais?

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

#### Comentários

Só de mencionar um gás que é benéfico na estratosfera já era possível inferir que a questão estava tratando do ozônio. De qualquer maneira, vejamos os detalhes de cada alternativa.

A **alternativa A** está errada, visto que o gás carbônico é benéfico para os vegetais diante da necessidade deles em fazer a fotossíntese.

A **alternativa B** está correta e é o nosso gabarito, porque o ozônio é um gás essencial à vida na Terra diante da proteção que oferece contra a radiação ultravioleta vinda do Sol. As maiores concentrações de ozônio encontram-se na camada de ozônio presente na estratosfera. Contudo, é possível que reações fotoquímicas produzam ozônio na camada mais próxima à superfície (troposfera), o que pode ser prejudicial à animais e plantas.

A **alternativa C** está errada, pois o gás argônio não possui as características de ser benéfico na estratosfera e maléfico na troposfera mencionadas no enunciado. Na verdade, o argônio 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.

A **alternativa D** está errada. Lembre-se que o nitrogênio é o gás mais abundante na atmosfera, não sendo tóxico a plantas e animais. Na verdade, é fundamental que o nitrogênio atmosférico seja fixado no solo para entrar na cadeia alimentar e na composição de proteínas, por exemplo.

A **alternativa E** está errada. O oxigênio também é essencial para plantas e animais em razão dos processos respiratórios, não sendo, portanto, tóxico.

**29. (FADESP/INSTITUTO FEDERAL-PA – 2018) As partículas inaláveis são consideradas aquelas com diâmetro aerodinâmico (Da)**

- a) entre 2  $\mu\text{m}$  e 10  $\mu\text{m}$ .
- b) menor que 2  $\mu\text{m}$ .
- c) menor que 10  $\mu\text{m}$ .
- d) maior que 2  $\mu\text{m}$ .
- e) maior que 10  $\mu\text{m}$ .

**Comentários**

O tamanho das partículas é geralmente expresso pelo diâmetro aerodinâmico (DA) e a importância de se diferenciar o tamanho do material particulado reside no fato de que os particulados de menor tamanho possuem uma maior capacidade de causar prejuízos à saúde humana em razão da maior facilidade de penetrar no sistema pulmonar.

Assim, de modo geral, considera-se que as partículas com diâmetro aerodinâmico menor ou igual a 10  $\mu\text{m}$  são inaláveis, sendo que as de DA menor ou igual a 2,0 ou 2,5  $\mu\text{m}$  são passíveis de atingirem os alvéolos pulmonares.

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

**30. (CEPS-UFPA/UNIFESSPA – 2018) Quanto às concentrações dos poluentes na direção do vento, é correto afirmar:**

- a) São inversamente proporcionais à taxa de emissão da fonte.
- b) São diretamente proporcionais à velocidade média do vento.
- c) São diretamente proporcionais aos níveis de dispersão horizontal e vertical.
- d) São diretamente proporcionais à altura efetiva da chaminé.
- e) São inversamente proporcionais à distância entre a fonte e o receptor.

## Comentários

A **alternativa A** está errada, porque, quanto maior a taxa de emissão de poluentes da fonte, maior a concentração de poluentes (proporcionalidade direta).

A **alternativa B** está errada, pois, quanto maior a velocidade do vento, maior a dispersão dos poluentes, isto é, menor sua concentração (proporcionalidade inversa).

A **alternativa C** está errada, visto que, quanto maior os níveis de dispersão dos poluentes, menor a sua concentração (proporcionalidade inversa).

A **alternativa D** está errada, considerando que, quanto maior a altura da chaminé de emissão dos poluentes, maior será a sua dispersão e, por extensão, menor será a sua concentração (proporcionalidade inversa).

A **alternativa E** está correta e é o nosso gabarito, pois quanto maior a distância entre a fonte e o receptor, menor será a concentração dos poluentes.

### 31. (CESGRANRIO/PETROBRAS – 2018) Os poluentes atmosféricos podem ser classificados em primários e secundários.

Qual dos poluentes abaixo é do tipo secundário, e ocorre na troposfera a partir de reações químicas na presença de luz solar?

- a)  $\text{CO}_2$
- b)  $\text{CO}$
- c)  $\text{NH}_3$
- d)  $\text{O}_3$
- e)  $\text{SO}_2$

## Comentários

Dos poluentes apresentados nas alternativas, o único poluente secundário, isto é, que não é emitido diretamente pelas fontes de poluição, mas é proveniente de reações fotoquímicas é o ozônio ( $\text{O}_3$ ). Os demais são poluentes primários, ou seja, emitidos diretamente pelas fontes de poluição.

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

### 32. (IBRASP/PREFEITURA DE ÁGUA FRIA DE GOIÁS - 2018) Um dos problemas ambientais provocados pelas fontes de poluição atmosférica, especialmente os veículos automotores, é o aumento do efeito estufa.

Sobre o efeito estufa, considere as seguintes afirmativas.

I. O aumento do efeito é responsável pela destruição da camada de ozônio.

II. O gás carbônico é o principal gás responsável pelo aumento do efeito estufa.

III. O efeito estufa não é um fenômeno natural.

Estão incorretas as afirmativas:

a) I e II, apenas.

b) I e III, apenas.

c) II e III, apenas.

d) I, II e III.

### Comentários

O **item I** está **errado**, porque misturou os conceitos. O que provoca a destruição da camada de ozônio são moléculas que contêm cloro e bromo provenientes dos clorofluorcarbonetos (CFCs), não o efeito estufa.

O **item II** está **correto**. Embora o  $\text{CO}_2$  não seja o gás com maior poder de absorção da radiação infravermelha, ele é o mais determinante no aumento do efeito estufa em razão das quantidades emitidas.

O **item III** está **errado**, pois o Efeito Estufa é um fenômeno natural de aquecimento térmico primordial para a vida na medida em que possibilita que a temperatura do planeta seja mantida em condições de sobrevivência dos seres vivos aqui presentes.

Desse modo, apenas os itens I e III estão errados, sendo a **alternativa B** o nosso gabarito.

33. (CETREDE/PREFEITURA DE CANINDÉ-PE - 2018) Sobre a poluição atmosférica analise as afirmativas a seguir.

I. O  $\text{H}_2\text{SO}_4$  caracteriza-se como um poluente atmosférico terciário.

II. O  $\text{CO}_2$  é um exemplo de um poluente atmosférico primário.

III. A chuva ácida, o efeito estufa, a destruição da camada de ozônio e o SMOG resultam da poluição do ar através dos poluentes secundários.

IV. Uma consequência direta do efeito estufa é o aumento progressivo da temperatura global.

Marque a opção que apresenta as afirmativas CORRETAS.

a) I – II – III.

b) I – III – IV.

c) II – III – IV.

d) I – III.

e) II – IV.

## Comentários

A **afirmativa I** está errada, porque inventou uma categoria terciária de poluentes atmosféricos. Durante a aula, estudamos que eles podem ser primários, quando emitidos diretamente pelas fontes de poluição, ou secundários, quando provenientes de reações de outros poluentes. O ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) pode ser considerado um poluente secundário porque é formado pela reação do trióxido de enxofre ( $\text{SO}_3$ ) com a água ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

A **afirmativa II** está correta, porque o  $\text{CO}_2$  é emitido diretamente por diversas fontes.

A **afirmativa III** está errada, pois nem todos esses fenômenos resultam da poluição do ar por poluentes secundários. O efeito estufa, por exemplo, é causado por gases emitidos diretamente por fontes, como o  $\text{CO}_2$  e o metano ( $\text{CH}_4$ ).

A **afirmativa IV** foi considerada correta, embora esteja com a redação imprecisa na minha opinião. O que ocorre é que a intensificação do efeito estufa pela emissão de gases absorvedores de radiação infravermelha, como o  $\text{CO}_2$ , favorece o aumento da temperatura global. Mas, na verdade, o efeito estufa por si só não ocasiona o aumento progressivo da temperatura do planeta, mas sim conserva essa temperatura.

Desse modo, apenas as afirmativas II e IV estão corretas, sendo a **alternativa E** o nosso gabarito.

**34. (MACHADO DE ASSISS/PREFEITURA DE CAXIAS-MA - 2018, adaptada) No estudo da poluição ambiental, onze poluentes destacam-se pela sua presença em todo o mundo. Cada um deles pode ser identificado pelo seu símbolo internacional, que pode ser encontrado nas embalagens, nos locais de manuseio e de disposição. Assinale a alternativa que corresponde aos poluentes descritos abaixo:**

**I. Presente na combustão de produtos carbonados diversos, em usinas termoeletricas, indústrias e aquecedores domésticos. A acumulação desse gás na atmosfera favorece ao Efeito Estufa.**

**II. Provém da queima incompleta de combustíveis fósseis e é tóxico porque substitui a hemoglobina do sangue, causando uma falta de oxigênio para o organismo.**

- a) I. Dióxido de Carbono; II. Mercúrio
- b) I. Monóxido de Carbono; II. dióxido de carbono
- c) I. Dióxido de Carbono; II. monóxido de carbono
- d) I. Monóxido de Carbono; II. Mercúrio

## Comentários

Começamos pela assertiva II, que trata do monóxido de carbono, que é um gás inodoro e tóxico emitido pela queima incompleta de combustíveis fósseis. Em termos de poluição e malefícios à saúde, ele é bastante relevante porque possui inibe a capacidade do sangue de trocar oxigênio com os tecidos vitais ao substituir a hemoglobina do sangue.

Já a assertiva I descreve um gás que favorece o efeito estufa, podendo ser o CO<sub>2</sub>.

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

**35. (IBFC/PREFEITURA DE DIVINÓPOLIS-MG - 2018) Dentre os principais gases relacionados ao efeito estufa, o gás de efeito estufa mais abundante em nossa atmosfera é:**

- a) O vapor de água
- b) O metano
- c) O ozônio
- d) O dióxido de carbono

#### **Comentários**

Como o CO<sub>2</sub>, 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 até 70.000 ppm, sendo normalmente o "gás" de efeito estufa com maior concentração na atmosfera, uma vez que ela nunca está completamente "seca".

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

**36. (IBGP/PREFEITURA DE PATROCÍNIO-MG - 2018) Em relação ao CO<sub>2</sub>, assinale V para as afirmativas verdadeiras e F para as falsas.**

( ) A utilização de combustíveis fósseis pela espécie humana tem restituído à atmosfera, na forma de CO<sub>2</sub>, átomos de carbono que ficaram fora de circulação durante milhões de anos. Assim, os fluxos naturais estão sendo, em muito, superados pela quantidade de carbono que retorna à atmosfera pela queima dos combustíveis fósseis.

( ) O CO<sub>2</sub> não é capaz de absorver radiação infravermelha proveniente do sol, apenas as moléculas de nitrogênio e oxigênio são capazes.

( ) Além do CO<sub>2</sub>, os principais gases de efeito estufa são o metano (CH<sub>4</sub>), clorofluorcarbonetos (CFCs), hidrofluorcarbonos (HFC), ozônio (O<sub>3</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

( ) As concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico, não podem influenciar o aumento da temperatura média da Terra.

**Assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA.**

- a) V V V F.
- b) F V F F.
- c) V F V F.
- d) V V V V

## Comentários

A primeira afirmativa está correta. A parte excedente da biomassa morta vai se acumulando ao longo de milhões de anos em camadas sedimentares da litosfera, formando os combustíveis fósseis, como o petróleo. Daí o alerta que se faz em relação ao uso de combustíveis fósseis: esse carbono, que demora milhões de anos para ser formado, é liberado rápida e diretamente na atmosfera quando tais combustíveis são queimados.

A segunda afirmativa está errada, uma vez que o gás carbônico é um dos principais gases do efeito estufa, isto é, que absorve radiação infravermelha.

A terceira afirmativa foi considerada correta, mas relacionou o ozônio como um gás de efeito estufa, sendo que isso não é comumente feito. O que ocorre é que o ozônio troposférico prejudica a absorção do CO<sub>2</sub> por parte dos vegetais fotossintéticos, o que pode agravar o aquecimento global em razão da maior concentração de gás carbônico na atmosfera.

A quarta afirmativa está errada, uma vez que o aumento das concentrações de CO<sub>2</sub> e de outros GEEs tem provocado um aumento da temperatura média do planeta.

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

**37. (IBGP/PREFEITURA DE SANTA LUZIA-MG - 2018) Quanto a poluição atmosférica, assinale a alternativa que apresenta um dos denominados Poluentes Climáticos de Vida Curta (PCVC).**

- a) Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>).
- b) Monóxido de carbono (CO).
- c) Ozônio (O<sub>3</sub>).
- d) Material particulado.

## Comentários

Os PCVC ou, em inglês, *short-lived climate pollutants* (SLCP) não são um tipo único 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.

Das alternativas, apenas o ozônio é considerado um PCVC, sendo a **alternativa C** o nosso gabarito.

## QUESTÕES COMENTADAS – BRISAS - MULTIBANCAS



1. (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 a 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!

2. (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.

3. (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.

## 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**

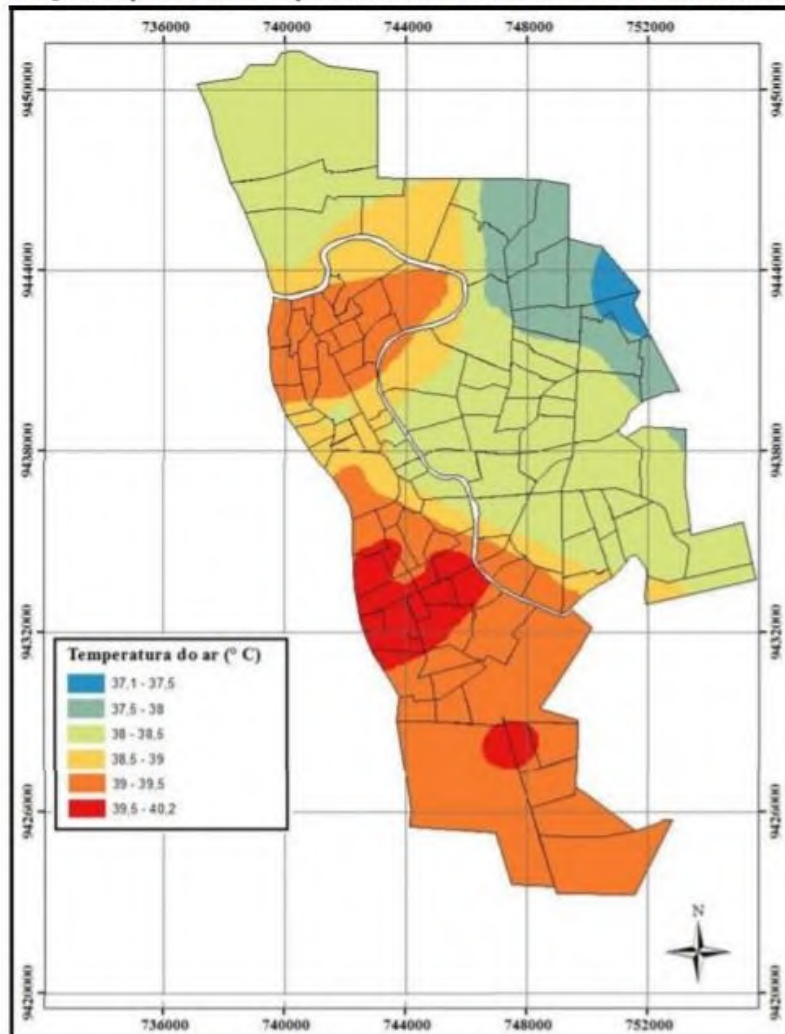
Os centros urbanos apresentam características que favorecem o aumento da temperatura nesses locais, tais como a concentração de fontes de calor nas cidades, excesso de asfalto, prédios, pouca vegetação, emissão de poluentes condutores de calor, entre outros.

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. (NUCEPE/PREFEITURA DE TERESINA-PI – 2019) Uma série de transformações espaciais foi empreendida ao sítio teresinense, desde o seu traçado inicial. A expansão da malha urbana de Teresina resultou em impactos ambientais diversos, o que é inerente à relação homem-natureza. Entre as alterações ambientais, são marcantes aquelas relativas aos aspectos climáticos. O calor ou as temperaturas constantemente elevadas, por exemplo, é um dado comum da realidade teresinense, que se acentua com a formação de ilhas de calor. Observe a figura:

**Distribuição espacial da temperatura do ar em Teresina – 19/10/2013 – 15h**



Fonte: CAMPELO, 2014 – Adaptado.

**A exemplo do que acontece na cidade de Teresina, a formação de ilhas de calor nos centros urbanos é ocasionada**

- a) pela presença de materiais de alta refletância (albedo), ampliação de superfícies com alto calor específico e aumento da convecção.
- b) pela impermeabilização dos solos, redução da umidade relativa do ar, grande fluxo de veículos automotores, topografia do sítio urbano e maior movimentação do ar.
- c) pelo uso excessivo de materiais como asfalto e concreto, reduzida cobertura vegetal, acentuada evapotranspiração, poluição do ar e ampla utilização de energia.
- d) pela acelerada evaporação de águas superficiais e aumento da poluição atmosférica, associado à baixa circulação na média atmosfera.
- e) pelo uso de materiais com alto teor de absorção térmica, diminuição da cobertura vegetal, impermeabilização do solo, poluição do ar e verticalização e geometria urbana.

## 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.

Essas causas estão mencionadas na **alternativa E**, nosso gabarito.

As demais alternativas trouxeram fatores que não favorecem a maior temperatura nos centros urbanos, como materiais de alta refletância (albedo), aumento da convecção, maior movimentação do ar, acentuada evapotranspiração e acelerada evaporação de águas superficiais.

4. (ITAME/PREFEITURA DE SENADOR CANEDO-GO – 2019) As grandes cidades e os centros industriais são locais onde a intervenção humana atinge níveis máximos: edificações, pavimentações, grande quantidade de veículos automotores, entre outros fatores. Nesse contexto, bairros localizados em metrópoles, geralmente mais adensados, verticalizados e com poucas áreas verdes, tendem a apresentar temperaturas mais elevadas do que aqueles localizados em área rural ou suburbana, que normalmente apresentam ocupação horizontal e são marcados pela presença de áreas verdes. O fenômeno climático descrito acima é conhecido como

- a) efeito estufa.
- b) ilhas de calor.
- c) chuvas ácidas.
- d) aquecimento global.

## Comentários

Mais uma questão conceitual acerca das ilhas de calor.

**Gabarito: B.**

5. (GESTÃO CONCURSO/EMATER-MG – 2018) A Ilha de Calor Urbana (ICU) é um fenômeno caracterizado pelo contraste térmico entre grandes centros e regiões periféricas.

Avalie o que se afirma com relação a esse fenômeno.

I- Uma das causas desse fenômeno é a redução do fator de visada do céu pelos cânions urbanos, o que provoca alteração do albedo, devido ao sombreamento de uma edificação sobre as outras.

II- É um fenômeno provocado pela mudança da paisagem local, transformada e afetada pelos centros industriais, caracterizado pelo aquecimento do macroclima de grandes centros urbanos, estando diretamente relacionado com a termorregulação do corpo humano.

III- Nas cidades de baixa latitude, as ilhas de calor urbanas ocorrem durante o dia, devido à alta intensidade da radiação solar incidente, que eleva a temperatura e reduz a umidade relativa do ar. Já nas cidades de latitudes médias e altas, a ICU tem ocorrência noturna, o que é mais favorável para o conforto térmico.

**Está correto apenas o que se afirma em**

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

#### **Comentários**

O **item I** está correto. Esse sombreamento provocado pelas edificações acaba diminuindo o albedo (diminuindo a refletância) e, conseqüentemente, aumentando a absorção de calor.

O **item II** está errado. A ilha de calor é um fenômeno do microclima, não macrolima.

O **item III** está correto. Nas cidades de latitudes subtropicais e tropicais (baixas latitudes), devido a 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.

Portanto, as afirmativas I e III estão corretas, sendo a **alternativa C** o nosso gabarito.

6. (CONTEMAX/PREFEITURA DE COREMAS-PB – 2016) Julgue as afirmativas abaixo e marque a alternativa correta: De maneira geral, as ilhas de calor ocorrem nos centros das grandes cidades devido aos seguintes fatores:

I- Concentração de edifícios, que interfere na circulação dos ventos;

II- Elevada capacidade de absorção de calor de superfícies urbanas como o asfalto, paredes de tijolo ou concreto, telhas de barro e de amianto;

III- Impermeabilização dos solos pelo calçamento e desvio da água por bueiros e galerias, o que reduz o processo de evaporação, assim não usando o calor, e sim absorvendo.

**Está(ão) correta(s)**

- a) As afirmativas I, II e III.
- b) Apenas as afirmativas I e II.
- c) Apenas as afirmativas II e III.
- d) Apenas a afirmativa II.
- e) Apenas a afirmativa I.

#### **Comentários**

Todas as assertivas fazem sentido de acordo com o que vimos em aula sobre as ilhas de calor.

**Gabarito:** alternativa A.

**7. (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.

**8. (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**

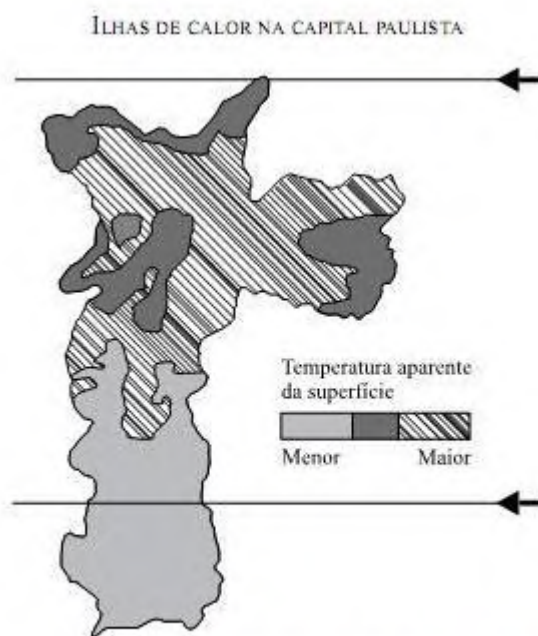
- a) pelo forte aquecimento da atmosfera, nas áreas periféricas das cidades.
- b) pela ocorrência de geadas em áreas urbanas, no inverno.
- c) pelo aumento do volume de chuvas, na periferia das cidades.
- d) pelo desaparecimento dos lençóis freáticos urbanos.
- e) pela formação de ilhas de calor, nas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

9. (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.

#### 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.

10. (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. (IBFC/PREFEITURA DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE-RN – 2021, adaptada) Sobre os principais eventos climáticos especiais, julgue o item que se segue.

*O fenômeno da Inversão Térmica ocorre quando uma camada de ar quente fica sobreposta a uma camada menos quente (mais fria), o que impede a mistura da atmosfera em ascensão vertical*

#### Comentários

Inversão térmica é um fenômeno atmosférico caracterizado pela retenção do ar frio próximo da superfície, sobreposto por uma camada de ar quente. Ela ocorre nos grandes centros urbanos e é mais comum durante as primeiras horas do dia e no inverno, quando os dias são mais frios.

Questão **correta**.

4. (UNOESC/PREFEITURA DE MARAVILHA-SC – 2021) A inversão térmica é um fenômeno atmosférico que ocorre nos grandes centros urbanos industrializados, principalmente em áreas cercadas por serras ou montanhas. Referente a esse contexto, analise os enunciados abaixo.

I- Esse processo ocorre quando o ar frio (mais denso) é impedido de circular por uma camada de ar quente (menos denso), provocando uma alteração na temperatura.

II- Ocorre principalmente em países com alto nível de industrialização. A precipitação, ou seja, a chuva possui grande concentração e elevado nível de acidez como o dióxido de enxofre.

III- São fenômenos que ocorrem em zonas de elevadas temperaturas, quando comparadas com as regiões ao seu redor, acontecem principalmente nas grandes cidades.

IV- Isso ocorre quando a camada de ar frio fica retido nas regiões próximas à superfície terrestre, com uma grande concentração de poluentes prejudicando a sua dispersão.

Está correto o que se afirma em:

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

#### Comentários

O item II está **errado**, pois trouxe aspectos relacionados à chuva ácida, não à inversão térmica.

O item III está **errado**, pois trouxe aspectos relacionados às ilhas e calor, não à inversão térmica.

Os itens I e IV coadunam-se com o que vimos acerca da inversão térmica.

Portanto, as afirmativas I e IV estão corretas e a **alternativa B** é o nosso gabarito.

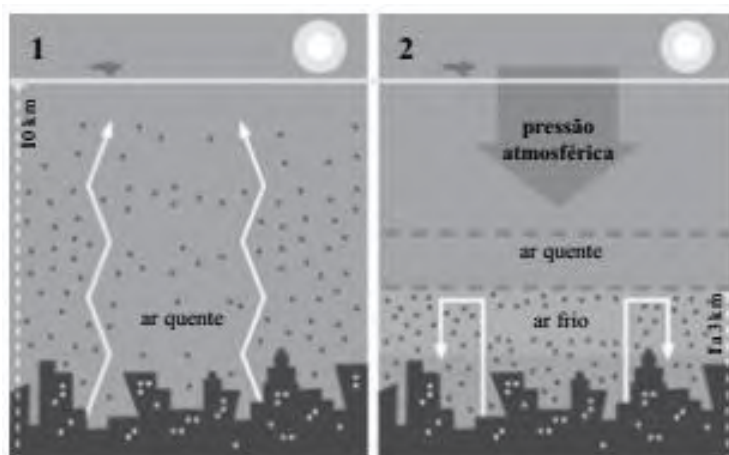
5. (CEBRASPE/SEDUC-AL – 2021) Acerca de impactos ambientais provocados pelo ser humano e pelas atividades antrópicas no meio ambiente, julgue o item subsequente.

*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**.

6. (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.**

7. (CEBRASPE/IEEMA-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**.

8. (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**

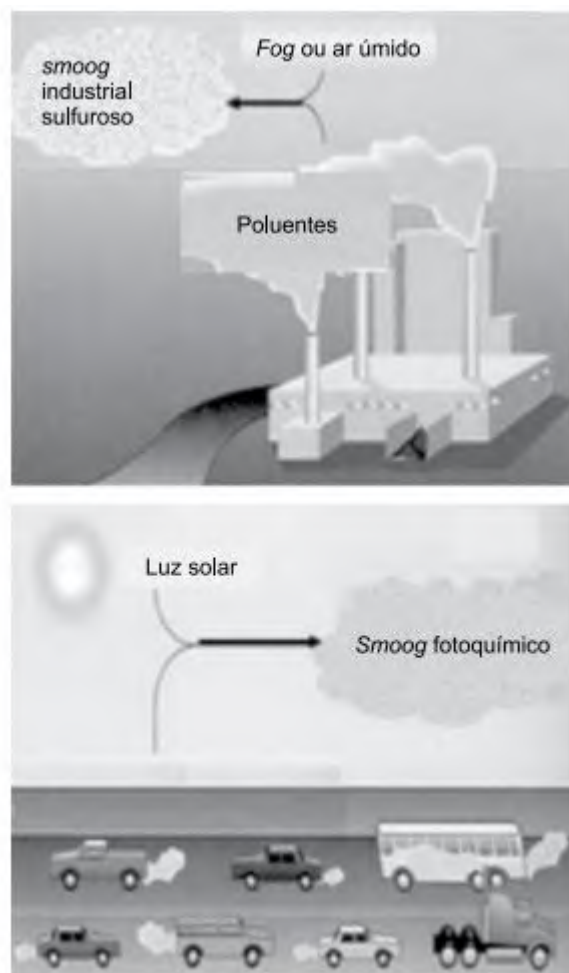
A diminuição da temperatura com a altitude é a situação “normal”. Na situação de inversão térmica, após a camada mais fria que está mais próxima à atmosfera, encontra-se uma camada mais quente.

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](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)  $\text{SO}_2$ , partículas de fuligem e  $\text{NO}_x$ , compostos orgânicos voláteis (COV).

- b)  $\text{CO}_2$ , partículas de fuligem e  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NO}_x$ .
- c)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , sulfatos e  $\text{HNO}_3$ , ozônio ( $\text{O}_3$ ).
- d) material particulado,  $\text{NO}_x$  e aldeídos,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- e) Metano, CO e compostos orgânicos voláteis,  $\text{SO}_2$ .

### Comentários

O **smog industrial/ácido** é composto por uma mistura de fumaça, neblina, cinzas, fuligem e compostos como dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) e **ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )**, 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 ( $\text{O}_3$ )**, os óxidos de nitrogênio (principalmente  $\text{NO}_2$ ) e os compostos orgânicos voláteis (COV), podendo ainda formar peróxido de oxigênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), nitrato de peroxiacetil ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{NO}_3$ ) e o **ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ )**.

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 ( $\text{O}_3$ ), os óxidos de nitrogênio (principalmente  $\text{NO}_2$ ) 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. (CEPS-UFPA/UNIFESSPA – 2018) Quanto à dimensão da área atingida, os problemas de poluição do ar são classificados em problemas globais e em problemas locais. Os problemas globais são:

- a) Efeito estufa, destruição da camada de ozônio e chuva ácida.
- b) Efeito estufa, destruição da camada de ozônio, chuva ácida e “smog” industrial.
- c) Efeito estufa, destruição da camada de ozônio, chuva ácida, “smog” industrial e “smog” fotoquímico.
- d) Efeito estufa, destruição da camada de ozônio, chuva ácida, “smog” industrial e “smog” magnético.
- e) Efeito estufa, destruição da camada de ozônio, chuva ácida, “smog” industrial e “smog” eletromagnético.

### Comentários

No meu entender, a forma como a questão foi redigida é contestável, embora fosse possível acertar por eliminação.

Isso porque ela não deixa claro o que entende por "global" e o que entende por "local". As chuvas ácidas, por exemplo, ocorrem de modo mais localizado, mas em diversos locais do globo, até mesmo bastante longes dos locais de emissão dos gases que a ocasionam ( $\text{SO}_2$  e  $\text{NO}_2$ ).

Não obstante, é fato também que é muito mais provável de ocorrer chuva ácida em locais mais industrializados e com maiores fontes desses poluentes. E então, trata-se de um problema global ou local?

De qualquer modo, sabendo que o smog é um fenômeno mais local das zonas industriais e dos grandes centros urbanos, era possível eliminar as alternativas B, C, D e E e saber que a **alternativa A** está correta e é o nosso gabarito.

4. (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.

5. (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!

6. (FCC/MPU – 2007) Pode-se controlar o smog fotoquímico

- a) pela substituição do carvão comum por carvão de baixo teor de enxofre.
- b) pela remoção de dióxido de enxofre por meio de lavadores de gás.
- c) pela emissão intermitente de poluentes.
- d) por meio de queimadores e conversores catalíticos.



e) pela remoção de material particulado por precipitadores eletrostáticos.

### Comentários

Não confundir o smog fotoquímico com o industrial. O **smog industrial/ácido** é composto por uma mistura de fumaça, neblina, cinzas, fuligem e compostos como dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) e ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), 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**.

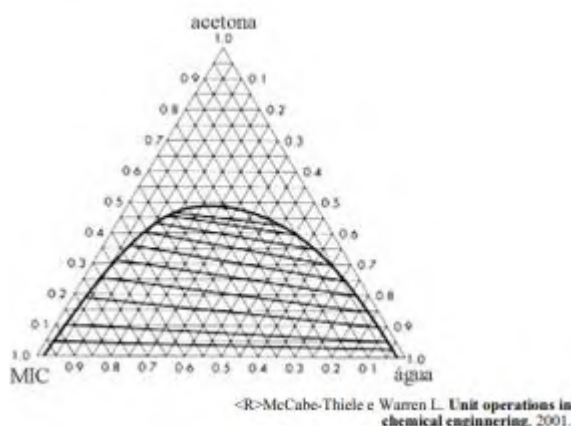
Já o **smog fotoquímico** é resultado de reações químicas causadas pela luz solar em diversos poluentes, tais como o ozônio ( $\text{O}_3$ ), os óxidos de nitrogênio (principalmente  $\text{NO}_2$ ) e os compostos orgânicos voláteis (COV), podendo ainda formar peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), nitrato de peroxiacetil ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{NO}_3$ ) e o ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ). Desse modo, esse tipo de smog pode ser controlado por meio de queimadores e conversores catalíticos para evitar a emissão dos poluentes relacionados.

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

## 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 CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>.

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.

**10. (VUNESP/CETESB - 2013) Considere a descrição de um equipamento para controle de particulados: o separador baseia-se na ação da força centrífuga que age sobre as partículas carregadas pelo fluxo de gás, empurrando-as na direção das paredes, e retirando-as do fluxo gasoso; o equipamento pode ser desenhado com entrada do gás tangencial ou axial e está caracterizado pela baixa eficiência para partículas menores que 5 – 10 µm. O equipamento aqui descrito é um**

- a) ciclone.
- b) pós-queimador.
- c) filtro tipo Venturi.
- d) lavador de gases.
- e) coletor gravitacional.

### Comentários

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  $\mu\text{m}$ ).

Independentemente da forma ou tamanho do ciclone, o mecanismo básico de atuação é o mesmo: atuação da força centrífuga sobre as partículas para a sua remoção.

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.

Gabarito? **alternativa A.**

### 11. (FGV/TJ-AM - 2013) Existem diversos equipamentos para o controle de poluição no ar. Das opções a seguir, o equipamento que controla a emissão de gases é

- a) o filtro de manga.
- b) o equipamento de adsorção para um material sólido.
- c) o ciclone.
- d) o coletor inercial.
- e) o precipitador eletrostático

### Comentários

Vimos que filtro de manga, ciclone (ou coletor inercial) e precipitador eletrostático removem materiais particulados em suspensão.

Das alternativas, apenas os adsorvedores purificam correntes gasosas.

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

### 12. (FGV/COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTO - RN - 2010) Assinale, dentre os equipamentos a seguir, aquele que NÃO está relacionado à remoção de material particulado em efluentes gasosos.

- a) precipitadores eletrostáticos
- b) filtros de mangas



- c) filtro rotatório
- d) scrubbers
- e) ciclones

#### Comentários

A **alternativa C** está **errada** e é o nosso gabarito, porque os filtros rotatórios são utilizados no tratamento de efluentes líquidos, não gasosos.

Os demais equipamentos são de controle da poluição do ar. Obs.: *scrubbers* são lavadores.

**13. (FGV/COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTO - RN - 2010) Assinale a afirmativa INCORRETA em relação ao projeto e ao desempenho de ciclones.**

- a) O projeto do ciclone depende da densidade do material a ser removido.
- b) Para partículas maiores que 200  $\mu\text{m}$  (diâmetro esférico equivalente), deve-se considerar a possibilidade de abrasão no interior do ciclone.
- c) A viscosidade do gás não afeta o tamanho teórico da partícula removida pelo ciclone.
- d) O tamanho teórico da partícula removida pelo ciclone depende da velocidade do gás.
- e) Ciclones podem ser empregados para a remoção de sólidos ou líquidos de gases.

#### Comentários

É claro que a viscosidade irá afetar! Em geral, pode-se afirmar que a eficiência de um ciclone aumenta com o diâmetro e a densidade da partícula; a velocidade dos gases; comprimento do cone e diâmetro de saída; diminuindo em função do aumento da viscosidade do gás e o diâmetro do corpo do ciclone.

Assim, **a alternativa C** está **errada** e é o nosso gabarito.

**14. (FCC/MPU - 2007) O material particulado fino das emissões industriais pode ser removido por:**

- a) filtros de manga.
- b) coletores gravitacionais.
- c) lavadores de gás.
- d) ciclones.
- e) colunas de carvão ativado granular.

#### Comentários

Questão complicada, porque, em tese, diversos dos equipamentos mencionados poderiam remover material particulado fino. Vai depender de cada equipamento, do que se considera “fino” e também do custo-benefício em fazê-lo.

De todo modo, a banca considerou o filtro de manga como a melhor opção, sendo a **alternativa A** o nosso gabarito.

**15. (CEBRASPE/MPU – 2010) Com relação ao controle da poluição ambiental nas indústrias, julgue o item subsequente.**

*A captura do material particulado com filtro de tecido cujo meio filtrante tem formato de manga é utilizada como instrumento de controle de riscos ambientais.*

**Comentários**

Exato! Uma das opções para controlar a emissão de poluentes na atmosfera são os filtros de mangas.

Questão correta!

**16. (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.**

*No tratamento de emissões de algumas fontes fixas, a remoção de contaminantes gasosos pode ser realizada por combustão, utilizando-se equipamentos conhecidos como queimadores ou flaires.*

**Comentários**

Questão correta! 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.

# 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  $17 \times 10^{16} \text{ W}$ , 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](http://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. (CEBRASPE/PERÍCIA FORENSE DO CEARÁ – 2012) A respeito da química da atmosfera, julgue o próximo item.

*A camada de ozônio é entendida como um escudo natural da Terra contra a radiação ultravioleta solar.*

10. (CEBRASPE/MCT – 2102) Em relação a poluição atmosférica e camada de ozônio, julgue o próximo item.

*A camada de ozônio é a camada da atmosfera que se encontra entre 10 km e 50 km, estando a concentração máxima de ozônio situada, geralmente, na faixa de 20 km a 25 km.*

11. (CEBRASPE/FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – 2011) Com relação a meteorologia e climatologia, julgue o item seguinte.

*A troposfera e a estratosfera, embora tenham pouca influência sobre a hidrologia terrestre, são importantes para a existência de vida na Terra, uma vez que retêm a parte mais energética da radiação solar que, se atingisse a superfície da Terra causaria graves danos.*

12. (CEBRASPE/PREFEITURA DE RIO BRANCO-AC – 2007) A poluição do ar pode ser caracterizada, de acordo com a fonte de poluente, em móvel e estacionária. As fontes estacionárias produzem cargas pontuais de poluentes, enquanto as fontes móveis produzem cargas difusas de poluentes. Do ponto de vista da extensão da área atingida pela poluição, há os problemas globais, que envolvem toda a ecosfera, e os problemas locais, restritos a uma área relativamente pequena. Com relação a esse assunto, julgue o item seguinte.

*A chuva ácida e a destruição da camada de ozônio são exemplos de problemas globais decorrentes da poluição atmosférica.*

13. (FEPESE/CELESC-SC - 2019) A camada mais baixa da atmosfera, que contém cerca de 75% da massa de ar da Terra e estende-se em cerca de 17 km acima do nível do mar, é chamada de:

- a) Exosfera.
- b) Litosfera.

- c) Mesofera.
- d) Troposfera.
- e) Estratosfera.

**14. (UNESC/FUNDAÇÃO LAGUNENSE DE MEIO AMBIENTE-SC - 2019) A atmosfera é o conjunto de gases, vapor d'água e partículas, constituindo o que se chama de ar, que envolve a superfície da Terra. Nesse aspecto, o teor dos principais gases constituintes da atmosfera (até 25 km de altitude), assim quantificados (% do volume): 78,084; 20,946; 0,934; 0,031, referem-se, respectivamente aos seguintes gases:**

- a) oxigênio, nitrogênio, ozônio e hidrogênio.
- b) nitrogênio, oxigênio, argônio e neônio.
- c) nitrogênio, oxigênio, argônio e dióxido de carbono.
- d) oxigênio, nitrogênio, neônio e hélio.

**15. (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. CORRETA
10. CORRETA

11. ERRADA
12. CORRETA
13. D
14. C
15. D



## LISTA DE QUESTÕES – CARACTERÍSTICAS DA POLUIÇÃO DO AR E PRINCIPAIS POLUENTES - MULTIBANCAS



1. (FGV/POLÍCIA CIVIL-RJ – 2022) O monóxido de carbono é um gás produzido durante a queima de hidrocarbonetos, como o gás natural usado em residências. A intoxicação causada por monóxido de carbono (CO) pode ser fatal porque esse gás:
  - a) destrói as hemácias, impedindo a eliminação de gás carbônico nos alvéolos;
  - b) aumenta a acidez do sangue, causando a morte dos tecidos e órgãos;
  - c) liga-se preferencialmente à hemoglobina, reduzindo o transporte de oxigênio até as células;
  - d) interrompe o movimento dos leucócitos, dificultando a hematose nos pulmões;
  - e) bloqueia a ação das plaquetas, provocando a ocorrência de hemorragias.
  
2. (FUNDATEC/PREFEITURA DE ESTEIO-RS – 2022) Um dos principais poluentes presentes no ar atmosférico do município de Esteio (dados obtidos em <https://weather.com/>) é considerado um poluente secundário, uma vez que sua formação ocorre pela reação entre compostos orgânicos voláteis e poluentes primários na presença de luz solar. Esse poluente é o:
  - a) Óxido de nitrogênio (NO).
  - b) Dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>).
  - c) Ozônio (O<sub>3</sub>).
  - d) Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>).
  - e) Monóxido de carbono (CO).
  
3. (FGV/PREFEITURA DE MANAUS-AM – 2022) As opções a seguir apresentam gases poluentes liberados por carros, à exceção de uma. Assinale-a.
  - a) Monóxido de carbono.
  - b) Dióxido de carbono.
  - c) Óxidos de nitrogênio.
  - d) Nitrogênio.
  - e) Hidrocarbonetos.

4. (CEPUERJ/UERJ – 2022) Por definição, a poluição do ar é caracterizada por altas concentrações de substâncias químicas que causam impactos danosos a seres humanos e outros animais, vegetação ou em materiais. Em se tratando de gases poluentes na atmosfera, é correto afirmar que:

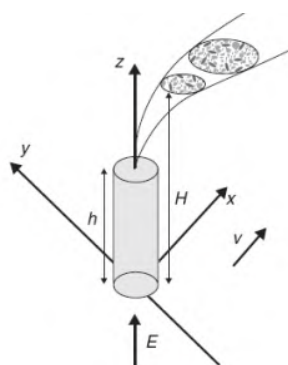
a) o ozônio (O<sub>3</sub>) é um dos principais poluentes atmosféricos nos centros urbanos. Esse gás é formado na atmosfera a partir de outros gases emitidos e provoca problemas à saúde, como irritação e ardência nos olhos, agravamento de doenças, como asma, bronquite e enfisema.

b) compostos orgânicos voláteis (COV) são gases orgânicos emitidos a partir de atividades humanas. Como são inúmeros compostos e com estruturas químicas diferentes, a toxicidade em seres humanos varia consideravelmente. Os COV têm participação na formação de O<sub>3</sub> na atmosfera. Não existem relatos de emissões naturais de COV.

c) entre os óxidos nitrosos (NO<sub>x</sub>), tem-se o dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), um gás incolor que contribui para a formação de ozônio (O<sub>3</sub>) na atmosfera. Também contribui para a formação de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), que causa deposições ácidas. O NO<sub>2</sub> pode causar uma série de danos à saúde humana, como agravamento da asma, da bronquite crônica e irritação nos pulmões

d) o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) é um gás amarelo-amarronzado, altamente tóxico, que causa irritação dos olhos e do sistema respiratório. Também contribui para a formação de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), que causa deposições ácidas. A exposição crônica pode causar uma condição permanente semelhante à bronquite e, nos olhos, a deformação da íris e endurecimento da córnea

5. (CEPUERJ/UERJ – 2022) Entre as possibilidades de destinação final de resíduos sólidos dos serviços de saúde, tem-se a incineração, que gera, por consequência, a emissão de gases. Em se tratando do monitoramento de emissões, é possível modelar o transporte de poluentes na atmosfera (dispersão de plumas). Entre os modelos mais utilizados, tem-se a pluma gaussiana, assim denominado em decorrência da sua similaridade com a curva de densidade de probabilidade normal ou gaussiana. A pluma gaussiana é ilustrada pela figura e descrita pela equação, apresentadas a seguir:



**Pluma gaussiana:**

$$C = \frac{E}{\pi \times S_y \times S_z \times v} \times \exp \left[ -\frac{1}{2} \times \left( \frac{y}{S_y} \right)^2 \right] \times \exp \left[ -\frac{1}{2} \times \left( \frac{H}{S_z} \right)^2 \right]$$

Sendo: C = concentração do poluente (g/m<sup>3</sup>); E = taxa de emissão do poluente (g/s); S<sub>y</sub> = desvio horizontal da pluma (m); S<sub>z</sub> = desvio vertical da pluma (m); v = velocidade do vento (m/s); x, y, z = distâncias (m); h = altura da chaminé (m); ΔH = elevação da pluma (m); e H = altura da chaminé + elevação da pluma (m).

Observação: Os valores de S<sub>y</sub> e S<sub>z</sub> são proporcionais à distância x do ponto de emissão.

**Assunções para aplicação do modelo: o terreno é plano; a carga poluidora é pontual e constante; o vento tem intensidade, direção e sentido constantes (eixo x); a difusão turbulenta na direção do vento (eixo x) é desprezada; os coeficientes de difusão nas demais direções (eixos y e z) são constantes; não existe perda ou ganho de material poluidor por qualquer mecanismo físico, químico ou biológico.**

**Com base na pluma gaussiana, a concentração (C) do poluente é maior quando:**

- a) a velocidade do vento (v) e a distância (x), a partir do ponto de emissão, forem maiores.
- b) a velocidade do vento (v) e a distância (x), a partir do ponto de emissão, forem menores.
- c) a velocidade do vento (v) for maior e a distância (x), a partir do ponto de emissão, for menor.
- d) a velocidade do vento (v) for menor e a distância (x), a partir do ponto de emissão, for maior.

**6. (FGV/POLÍCIA CIVIL - RN – 2021) Nos incêndios com grandes aglomerações, em ambientes fechados, a causa da morte pode não ser a ação térmica direta, mas a inalação de gases tóxicos, dentre os quais o mais importante, nesses casos, é:**

- a) monóxido de carbono;
- b) metano;
- c) sulfídrico;
- d) sulfeto de hidrogênio;
- e) dióxido de enxofre.

**7. (FGV/POLÍCIA CIVIL-RJ – 2021) O mecanismo de morte nas intoxicações pelo monóxido de carbono é por:**

- a) inibição do sistema de citocromo oxidases A;
- b) bloqueio das peroxidases das hemácias;
- c) competição com o oxigênio na ligação com a hemoglobina reduzida;
- d) substituição da carboxi-hemoglobina;
- e) aumento da concentração da carbamino-hemoglobina.

**8. (CETREDE/IMAMN – 2021) Sobre o efeito estufa e a chuva ácida, analise as alternativas a seguir e assinale a CORRETA.**

- a) A chuva ácida resulta do aumento, na atmosfera, dos gases como o dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio e os óxidos de carbono.
- b) Os gases  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$  não têm relação direta com o efeito estufa.
- c) O gás butano ( $\text{CH}_4$ ) é utilizado para classificar e identificar o poder de aquecimento global dos demais gases causadores do efeito estufa.

- d) O manganês e o enxofre são responsáveis, respectivamente, pela chuva ácida e o efeito estufa.
- e) O fenômeno da chuva ácida foi descoberto por Argus Smith, na Grã-Bretanha, em meados de 2000, mas permaneceu esquecido até a década de 2010.

9. (PREFEITURA DE BATAGUASSU-MS/ PREFEITURA DE BATAGUASSU-MS - 2021) Com relação à poluição do ar, analise as afirmativas a seguir:

I. O dióxido de enxofre é um gás incolor e um dos principais causadores da chuva ácida, pois, associado à água presente na atmosfera, forma ácido sulfuroso.

II. Os óxidos de nitrogênio são emitidos majoritariamente em óxido nítrico (NO) e dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) e são contribuintes importantes na formação da neblina de poluentes nas cidades.

III. O dióxido de carbono é um gás extremamente tóxico para os animais, pois ele se liga à hemoglobina fazendo com que a hemoglobina deixe de carregar oxigênio.

IV. O Ozônio (O<sub>3</sub>) protege os seres vivos da radiação ultravioleta nociva do sol.

V. Material particulado é o termo empregado para misturas variadas de partículas suspensas no ar que respiramos.

Assinale a alternativa correta:

- a) I, II e V.
- b) II, IV e V.
- c) III, IV e V.
- d) I, II, III, IV e V.
10. (FGV/IMBEL – 2021) Na gestão ambiental, é fundamental orientar as organizações para quantificar e elaborar relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa (GEE). Nesse sentido, assinale a opção que apresenta dois gases considerados como GEE.
- a) Vapor d'água e amônia.
- b) Óxido nitroso e nitrogênio.
- c) Dióxido de carbono e argônio.
- d) Monóxido de carbono e argônio.
- e) Dióxido de carbono e óxido nitroso.
11. (FUNDATEC/PREFEITURA DE IVOTI-RS – 2021) É um gás incolor, inodoro, insípido e não irritante, sendo assim, conhecido como “assassino silencioso”, que é produzido tanto por processos naturais, quanto por processos antropogênicos. Em relação às emissões naturais, têm-se queimadas florestais espontâneas, erupções vulcânicas e decomposição de clorofila. Quanto pela

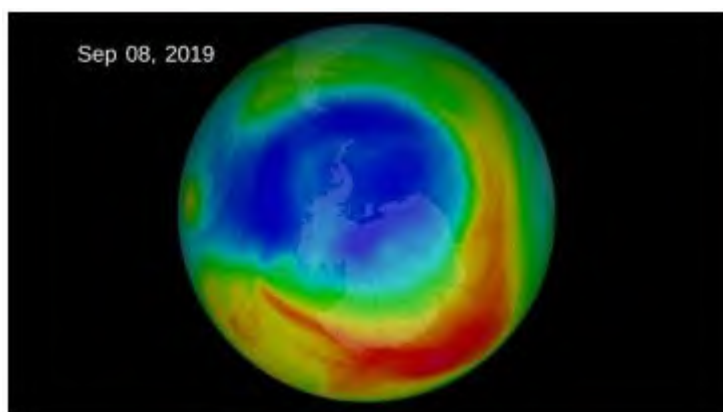
ação antropogênica, tem-se, principalmente, a combustão incompleta de combustíveis fósseis, como petróleo e carvão mineral” (SALLES, 2013). O gás a que se refere o texto é:

- a) Óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ).
- b) Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).
- c) Metano ( $\text{CH}_4$ ).
- d) Monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ).
- e) Sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

**12. (CEBRASPE/SEED-PR – 2021) No que se refere ao efeito estufa e à camada de ozônio, assinale a opção correta.**

- a) O maior contribuidor individual do aumento da forçante radioativa dos gases de efeito estufa é o gás metano.
- b) O ozônio está presente em maior quantidade na troposfera, onde o ar é rarefeito.
- c) A camada de ozônio evita que toda a radiação ultravioleta C (UVC) e B (UVB), emitida pelo Sol, chegue à superfície terrestre.
- d) O aumento da concentração de gás carbônico e de outros gases na atmosfera provoca a retenção de mais calor na Terra, o que reduz a temperatura do planeta.
- e) O gás carbônico e o gás metano absorvem parte da energia refletida pela superfície terrestre e, em seguida, a devolvem para essa mesma superfície.

**13. (FUNDATEC/PREFEITURA DE VACARIA-RS – 2021) A porção em azul sobre o continente Antártico, na imagem abaixo, revela:**



**Fonte da imagem: NASA Goddard/Katy Mersmann, 2019.**

- a) O derretimento do gelo na Antártica como consequência primária do aumento da temperatura global, devido à emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE).
- b) O deslocamento da massa polar atlântica (mPa), responsável pelo tempo frio e seco no Rio Grande do Sul e em toda região sul do continente.
- c) As temperaturas atmosféricas da Zona Polar Antártica e da Zona Temperada do Sul.

d) A região da camada de ozônio de menor concentração de ozônio ( $O_3$ ) devido às emissões de substâncias contendo cloro ou bromo.

e) A intensificação do fenômeno La Niña, que promove o esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico sul.

**14. (CEBRASPE/SEED-PR – 2021) Com relação à chuva ácida, assinale a opção correta.**

a) Ao cair em rios e lagos, a chuva ácida causa danos às plantas aquáticas e a animais marinhos, mas não afeta microrganismos.

b) As chuvas ácidas afetam o desenvolvimento das plantas pela redução de absorção de nutrientes do solo, embora não danifiquem diretamente as folhas.

c) A chuva ácida origina-se da combinação de gases de nitrogênio, enxofre e ozônio com o vapor de água e o gás carbônico.

d) No processo de formação da chuva ácida, o gás carbônico reage com o vapor de água na atmosfera, formando o ácido carbônico, o qual se dissocia, formando, por exemplo, os carbonatos.

e) O enxofre é o principal responsável pela acidez das chuvas ácidas.

**15. (CEBRASPE/SEED-PR – 2021, adaptada) O fogo na Amazônia Brasileira é responsável pela emissão de grandes quantidades de gases de efeito estufa por vários processos distintos. Com relação a esse tema, julgue os itens a seguir.**

*Quando há uma queimada, além da liberação de gás carbônico ( $CO_2$ ), são liberados também gases-traço como metano ( $CH_4$ ) e monóxido de carbono ( $CO$ ).*

**16. (CETREDE/IMAMN – 2021, adaptada) Em relação aos tipos de poluição e seus agentes causadores, julgue os itens a seguir.**

*O cloro lançado na atmosfera pode reagir com o ozônio, presente na estratosfera, expondo a superfície da Terra aos efeitos nocivos na radiação ultravioleta*

**17. (CEBRASPE/IBAMA – 2013) A presença na atmosfera de determinados gases, como o ozônio, o monóxido de carbono, o dióxido de carbono e os óxidos de nitrogênio, pode causar danos à saúde e ao meio ambiente.**

**No que se refere a esse assunto, julgue os itens a seguir.**

*Pequenas concentrações de dióxido de carbono são altamente tóxicas para o ser humano, pois a afinidade da hemoglobina com este gás é cerca de 240 vezes maior que a afinidade da hemoglobina com o oxigênio.*

**18. (CEBRASPE/IBAMA – 2013) Poluente atmosférico é qualquer forma de matéria com intensidade e em quantidade suficiente para tornar o ar impróprio à saúde e danoso aos materiais, à fauna e à flora. Em relação a esse assunto, julgue os itens que se seguem.**

*Todos os gases que atuam no efeito estufa apresentam alta toxicidade.*

19. (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 efeito estufa é causado por diversos gases, sendo o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) um dos principais, que só existe na atmosfera devido à queima de combustíveis fósseis pelo homem.*

20. (CEBRASPE/MPU – 2013) Poluente atmosférico é qualquer forma de matéria com intensidade e em quantidade suficiente para tornar o ar impróprio à saúde e danoso aos materiais, à fauna e à flora. Em relação a esse assunto, julgue os itens que se seguem.

*Verificam-se, nos horários de maior tráfego, as mais altas taxas de concentração de ozônio na atmosfera (troposfera), por ser este um dos principais poluentes originados da queima de combustíveis veiculares.*

21. (CEBRASPE/MPU – 2013) Poluente atmosférico é qualquer forma de matéria com intensidade e em quantidade suficiente para tornar o ar impróprio à saúde e danoso aos materiais, à fauna e à flora. Em relação a esse assunto, julgue os itens que se seguem.

*Materiais particulados são poluentes emitidos durante a queima de combustíveis fósseis cujos efeitos nocivos à saúde da população são pouco significativos, dado que permanecem por pouco tempo na atmosfera.*

22. (CEBRASPE/PREFEITURA DE RIO BRANCO-AC – 2007) A poluição do ar pode ser caracterizada, de acordo com a fonte de poluente, em móvel e estacionária. As fontes estacionárias produzem cargas pontuais de poluentes, enquanto as fontes móveis produzem cargas difusas de poluentes. Do ponto de vista da extensão da área atingida pela poluição, há os problemas globais, que envolvem toda a ecosfera, e os problemas locais, restritos a uma área relativamente pequena. Com relação a esse assunto, julgue o item seguinte.

*Os veículos que circulam por uma cidade são fontes móveis de lançamento de poluentes do ar.*

23. (CEBRASPE/PREFEITURA DE RIO BRANCO-AC – 2007) A poluição do ar pode ser caracterizada, de acordo com a fonte de poluente, em móvel e estacionária. As fontes estacionárias produzem cargas pontuais de poluentes, enquanto as fontes móveis produzem cargas difusas de poluentes. Do ponto de vista da extensão da área atingida pela poluição, há os problemas globais, que envolvem toda a ecosfera, e os problemas locais, restritos a uma área relativamente pequena. Com relação a esse assunto, julgue o item seguinte.

*Uma chaminé de uma indústria que emite poluentes na atmosfera pode ser classificada como fonte estacionária.*

24. (CEBRASPE/IEEMA-ES – 2007) As atividades antrópicas têm grande potencial para gerar poluentes para o meio atmosférico, com consequências negativas para o meio ambiente e para o homem. O impacto dessa poluição depende de diversos fatores, tais como do clima local, da topografia e das características das atividades poluidoras. Para atacar esse problema, as atividades de controle da poluição do ar utilizam alguns meios para diminuir ou evitar a emissão de poluentes. Acerca dessa questão, julgue o item seguinte.

*A substituição da queima de combustível fóssil por energia hidrelétrica permite reduzir a emissão de dióxido de enxofre.*

25. (CEBRASPE/IEEMA-ES – 2007) As atividades antrópicas têm grande potencial para gerar poluentes para o meio atmosférico, com consequências negativas para o meio ambiente e para o homem. O impacto dessa poluição depende de diversos fatores, tais como do clima local, da topografia e das características das atividades poluidoras. Para atacar esse problema, as atividades de controle da poluição do ar utilizam alguns meios para diminuir ou evitar a emissão de poluentes. Acerca dessa questão, julgue o item seguinte.

*O material particulado originado em plantas industriais é composto por partículas de material sólido e líquido, originados principalmente nos processos de combustão.*

26. (UFRRJ/UFRRJ – 2019) Assinale a alternativa que apresenta o gás denso, altamente tóxico, incolor e não inflamável, oriundo de fontes naturais ou antropogênicas que estão ligadas principalmente à geração de energia, uso veicular e aquecimento doméstico.

- a)  $\text{NO}_2$
- b)  $\text{SO}_2$
- c)  $\text{CO}$
- d)  $\text{O}_3$
- e)  $\text{CH}_4$

27. (UFRRJ/UFRRJ – 2019) A deposição ácida ocorre por conta da emissão de óxidos de enxofre e de nitrogênio gerados pela queima de combustíveis que contém enxofre e/ou nitrogênio em sua composição. Qual a principal fonte destas emissões?

- a) Fabricação de celulose.



- b) Exploração e produção de petróleo.
- c) Queimadas florestais
- d) Queima de carvão mineral em termoelétricas.
- e) Fabricação de etanol.

**28. (UFRRJ/UFRRJ – 2019) Qual alternativa apresenta um gás benéfico na estratosfera, mas que em camadas mais baixas da atmosfera tem efeitos tóxicos por afetar diretamente os seres vivos, principalmente os vegetais?**

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

**29. (FADESP/INSTITUTO FEDERAL-PA – 2018) As partículas inaláveis são consideradas aquelas com diâmetro aerodinâmico (Da)**

- a) entre 2  $\mu\text{m}$  e 10  $\mu\text{m}$ .
- b) menor que 2  $\mu\text{m}$ .
- c) menor que 10  $\mu\text{m}$ .
- d) maior que 2  $\mu\text{m}$ .
- e) maior que 10  $\mu\text{m}$ .

**30. (CEPS-UFPA/UNIFESSPA – 2018) Quanto às concentrações dos poluentes na direção do vento, é correto afirmar:**

- a) São inversamente proporcionais à taxa de emissão da fonte.
- b) São diretamente proporcionais à velocidade média do vento.
- c) São diretamente proporcionais aos níveis de dispersão horizontal e vertical.
- d) São diretamente proporcionais à altura efetiva da chaminé.
- e) São inversamente proporcionais à distância entre a fonte e o receptor.

**31. (CESGRANRIO/PETROBRAS – 2018) Os poluentes atmosféricos podem ser classificados em primários e secundários.**

**Qual dos poluentes abaixo é do tipo secundário, e ocorre na troposfera a partir de reações químicas na presença de luz solar?**

- a)  $\text{CO}_2$

- b) CO
- c) NH<sub>3</sub>
- d) O<sub>3</sub>
- e) SO<sub>2</sub>

32. (IBRASP/PREFEITURA DE ÁGUA FRIA DE GOIÁS - 2018) Um dos problemas ambientais provocados pelas fontes de poluição atmosférica, especialmente os veículos automotores, é o aumento do efeito estufa.

Sobre o efeito estufa, considere as seguintes afirmativas.

I. O aumento do efeito é responsável pela destruição da camada de ozônio.

II. O gás carbônico é o principal gás responsável pelo aumento do efeito estufa.

III. O efeito estufa não é um fenômeno natural.

Estão incorretas as afirmativas:

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

33. (CETREDE/PREFEITURA DE CANINDÉ-PE - 2018) Sobre a poluição atmosférica analise as afirmativas a seguir.

I. O H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> caracteriza-se como um poluente atmosférico terciário.

II. O CO<sub>2</sub> é um exemplo de um poluente atmosférico primário.

III. A chuva ácida, o efeito estufa, a destruição da camada de ozônio e o SMOG resultam da poluição do ar através dos poluentes secundários.

IV. Uma consequência direta do efeito estufa é o aumento progressivo da temperatura global.

Marque a opção que apresenta as afirmativas CORRETAS.

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

34. (MACHADO DE ASSISS/PREFEITURA DE CAXIAS-MA - 2018, adaptada) No estudo da poluição ambiental, onze poluentes destacam-se pela sua presença em todo o mundo. Cada um deles pode ser identificado pelo seu símbolo internacional, que pode ser encontrado nas embalagens, nos locais de manuseio e de disposição. Assinale a alternativa que corresponde aos poluentes descritos abaixo:

I. Presente na combustão de produtos carbonados diversos, em usinas termoeletricas, indústrias e aquecedores domésticos. A acumulação desse gás na atmosfera favorece ao Efeito Estufa.

II. Provém da queima incompleta de combustíveis fósseis e é tóxico porque substitui a hemoglobina do sangue, causando uma falta de oxigênio para o organismo.

- a) I. Dióxido de Carbono; II. Mercúrio
- b) I. Monóxido de Carbono; II. dióxido de carbono
- c) I. Dióxido de Carbono; II. monóxido de carbono
- d) I. Monóxido de Carbono; II. Mercúrio

35. (IBFC/PREFEITURA DE DIVINÓPOLIS-MG - 2018) Dentre os principais gases relacionados ao efeito estufa, o gás de efeito estufa mais abundante em nossa atmosfera é:

- a) O vapor de água
- b) O metano
- c) O ozônio
- d) O dióxido de carbono

36. (IBGP/PREFEITURA DE PATROCÍNIO-MG - 2018) Em relação ao CO<sub>2</sub>, assinale V para as afirmativas verdadeiras e F para as falsas.

( ) A utilização de combustíveis fósseis pela espécie humana tem restituído à atmosfera, na forma de CO<sub>2</sub>, átomos de carbono que ficaram fora de circulação durante milhões de anos. Assim, os fluxos naturais estão sendo, em muito, superados pela quantidade de carbono que retorna à atmosfera pela queima dos combustíveis fósseis.

( ) O CO<sub>2</sub> não é capaz de absorver radiação infravermelha proveniente do sol, apenas as moléculas de nitrogênio e oxigênio são capazes.

( ) Além do CO<sub>2</sub>, os principais gases de efeito estufa são o metano (CH<sub>4</sub>), clorofluorcarbonetos (CFCs), hidrofluorcarbonos (HFC), ozônio (O<sub>3</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

( ) As concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico, não podem influenciar o aumento da temperatura média da Terra.

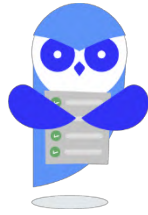
Assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA.

- a) V V V F.
- b) F V F F.
- c) V F V F.
- d) V V V V

**37. (IBGP/PREFEITURA DE SANTA LUZIA-MG - 2018) Quanto a poluição atmosférica, assinale a alternativa que apresenta um dos denominados Poluentes Climáticos de Vida Curta (PCVC).**

- a) Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>).
- b) Monóxido de carbono (CO).
- c) Ozônio (O<sub>3</sub>).
- d) Material particulado.

# GABARITO



## GABARITO

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

14. D
15. CORRETA
16. CORRETA
17. ERRADA
18. ERRADA
19. ERRADA
20. ERRADA
21. ERRADA
22. CORRETA
23. CORRETA
24. CORRETA
25. CORRETA
26. B

27. D
28. B
29. C
30. E
31. D
32. B
33. E
34. C
35. A
36. C
37. C

## LISTA DE QUESTÕES – BRISAS - MULTIBANCAS



1. (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.*

2. (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.

3. (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.

# GABARITO



## GABARITO

1. CORRETA
2. D
3. B

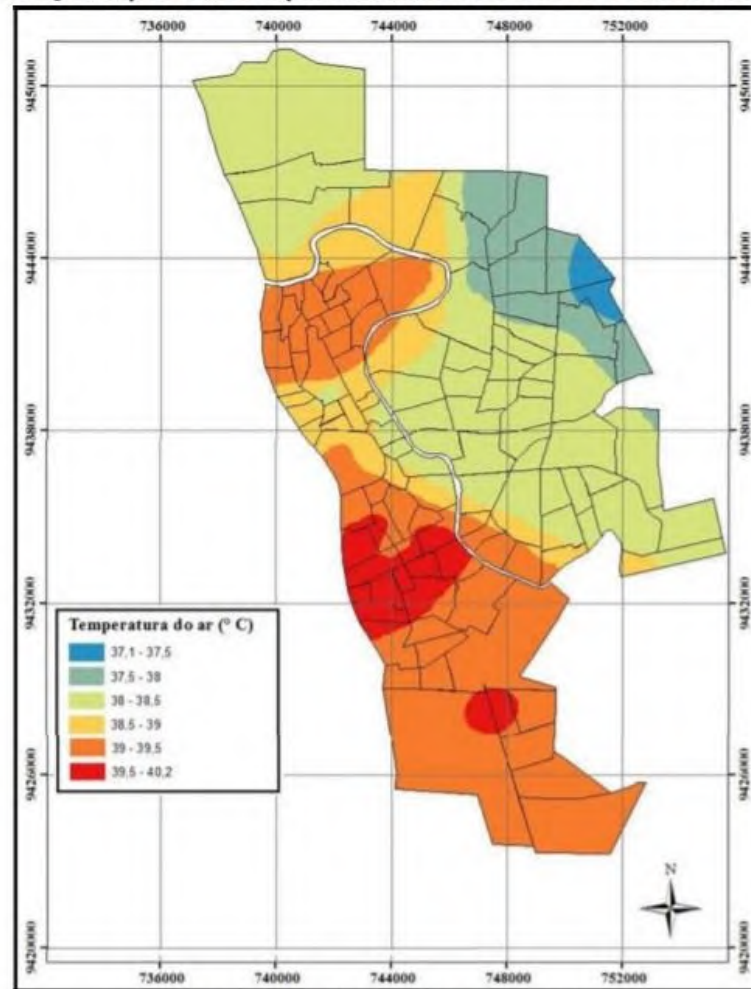
## LISTA DE QUESTÕES – ILHAS DE CALOR - MULTIBANCAS



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. (NUCEPE/PREFEITURA DE TERESINA-PI – 2019) Uma série de transformações espaciais foi empreendida ao sítio teresinense, desde o seu traçado inicial. A expansão da malha urbana de Teresina resultou em impactos ambientais diversos, o que é inerente à relação homem-natureza. Entre as alterações ambientais, são marcantes aquelas relativas aos aspectos climáticos. O calor ou as temperaturas constantemente elevadas, por exemplo, é um dado comum da realidade teresinense, que se acentua com a formação de ilhas de calor. Observe a figura:



**Distribuição espacial da temperatura do ar em Teresina – 19/10/2013 – 15h**



Fonte: CAMPELO, 2014 – Adaptado.

A exemplo do que acontece na cidade de Teresina, a formação de ilhas de calor nos centros urbanos é ocasionada

- a) pela presença de materiais de alta refletância (albedo), ampliação de superfícies com alto calor específico e aumento da convecção.
- b) pela impermeabilização dos solos, redução da umidade relativa do ar, grande fluxo de veículos automotores, topografia do sítio urbano e maior movimentação do ar.
- c) pelo uso excessivo de materiais como asfalto e concreto, reduzida cobertura vegetal, acentuada evapotranspiração, poluição do ar e ampla utilização de energia.
- d) pela acelerada evaporação de águas superficiais e aumento da poluição atmosférica, associado à baixa circulação na média atmosfera.
- e) pelo uso de materiais com alto teor de absorção térmica, diminuição da cobertura vegetal, impermeabilização do solo, poluição do ar e verticalização e geometria urbana.

4. (ITAME/PREFEITURA DE SENADOR CANEDO-GO – 2019) As grandes cidades e os centros industriais são locais onde a intervenção humana atinge níveis máximos: edificações, pavimentações, grande quantidade de veículos automotores, entre outros fatores. Nesse contexto, bairros localizados em metrópoles, geralmente mais adensados, verticalizados e com poucas áreas verdes, tendem a apresentar temperaturas mais elevadas do que aqueles localizados em área rural ou suburbana, que normalmente apresentam ocupação horizontal e são marcados pela presença de áreas verdes. O fenômeno climático descrito acima é conhecido como

- a) efeito estufa.
- b) ilhas de calor.
- c) chuvas ácidas.
- d) aquecimento global.

5. (GESTÃO CONCURSO/EMATER-MG – 2018) A Ilha de Calor Urbana (ICU) é um fenômeno caracterizado pelo contraste térmico entre grandes centros e regiões periféricas.

Avalie o que se afirma com relação a esse fenômeno.

I- Uma das causas desse fenômeno é a redução do fator de visada do céu pelos cânions urbanos, o que provoca alteração do albedo, devido ao sombreamento de uma edificação sobre as outras.

II- É um fenômeno provocado pela mudança da paisagem local, transformada e afetada pelos centros industriais, caracterizado pelo aquecimento do macroclima de grandes centros urbanos, estando diretamente relacionado com a termorregulação do corpo humano.

III- Nas cidades de baixa latitude, as ilhas de calor urbanas ocorrem durante o dia, devido à alta intensidade da radiação solar incidente, que eleva a temperatura e reduz a umidade relativa do ar. Já nas cidades de latitudes médias e altas, a ICU tem ocorrência noturna, o que é mais favorável para o conforto térmico.

Está correto apenas o que se afirma em

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

6. (CONTEMAX/PREFEITURA DE COREMAS-PB – 2016) Julgue as afirmativas abaixo e marque a alternativa correta: De maneira geral, as ilhas de calor ocorrem nos centros das grandes cidades devido aos seguintes fatores:

I- Concentração de edifícios, que interfere na circulação dos ventos;

II- Elevada capacidade de absorção de calor de superfícies urbanas como o asfalto, paredes de tijolo ou concreto, telhas de barro e de amianto;

**III- Impermeabilização dos solos pelo calçamento e desvio da água por bueiros e galerias, o que reduz o processo de evaporação, assim não usando o calor, e sim absorvendo.**

**Está(ão) correta(s)**

- a) As afirmativas I, II e III.
- b) Apenas as afirmativas I e II.
- c) Apenas as afirmativas II e III.
- d) Apenas a afirmativa II.
- e) Apenas a afirmativa I.

**7. (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.

**8. (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.**

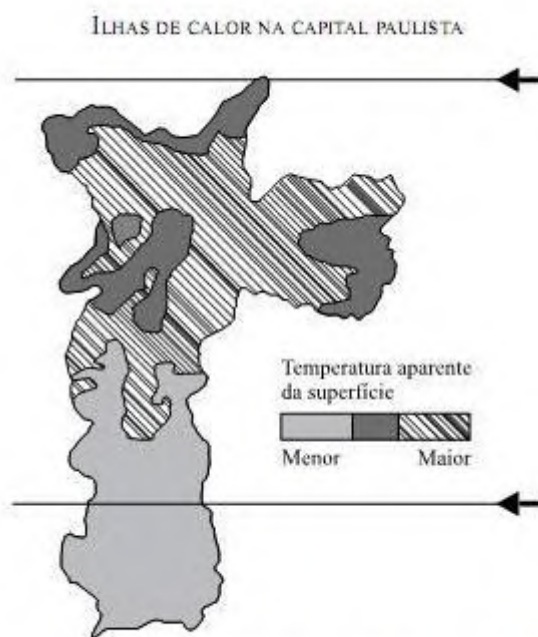
**III- Concentração de edifícios, que interfere na circulação dos ventos.**

**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.

9. (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)

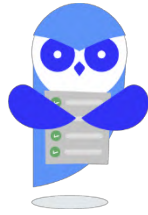
**O fenômeno das ilhas de calor na capital de São Paulo está relacionado**

- 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.

10. (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. E
- 4. B

- 5. C
- 6. A
- 7. C
- 8. E

- 9. D
- 10. 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. (IBFC/PREFEITURA DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE-RN – 2021, adaptada) Sobre os principais eventos climáticos especiais, julgue o item que se segue.

*O fenômeno da Inversão Térmica ocorre quando uma camada de ar quente fica sobreposta a uma camada menos quente (mais fria), o que impede a mistura da atmosfera em ascensão vertical*

4. (UNOESC/PREFEITURA DE MARAVILHA-SC – 2021) A inversão térmica é um fenômeno atmosférico que ocorre nos grandes centros urbanos industrializados, principalmente em áreas cercadas por serras ou montanhas. Referente a esse contexto, analise os enunciados abaixo.

I- Esse processo ocorre quando o ar frio (mais denso) é impedido de circular por uma camada de ar quente (menos denso), provocando uma alteração na temperatura.

II- Ocorre principalmente em países com alto nível de industrialização. A precipitação, ou seja, a chuva possui grande concentração e elevado nível de acidez como o dióxido de enxofre.

III- São fenômenos que ocorrem em zonas de elevadas temperaturas, quando comparadas com as regiões ao seu redor, acontecem principalmente nas grandes cidades.

IV- Isso ocorre quando a camada de ar frio fica retido nas regiões próximas à superfície terrestre, com uma grande concentração de poluentes prejudicando a sua dispersão.

Está correto o que se afirma em:

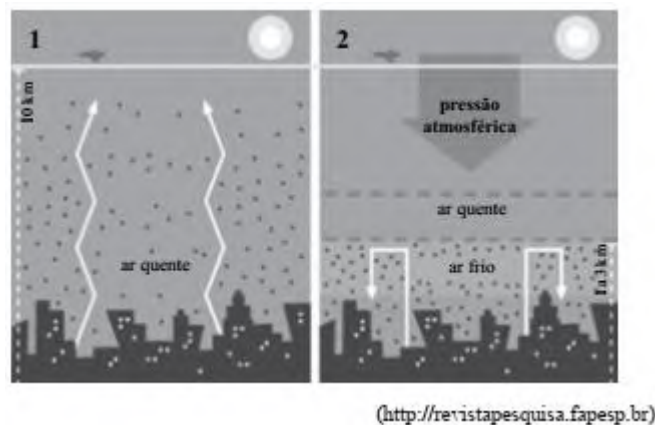
- a) I e III.

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

5. (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.*

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



A condição representada em 2 é denominada

- a) efeito estufa.
  - b) inversão térmica.
  - c) irradiação do ultravioleta.
  - d) refração urbana.
  - e) dispersão atmosférica.
7. (CEBRASPE/IEEMA-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.*

8. (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
2. ERRADA
3. CORRETA

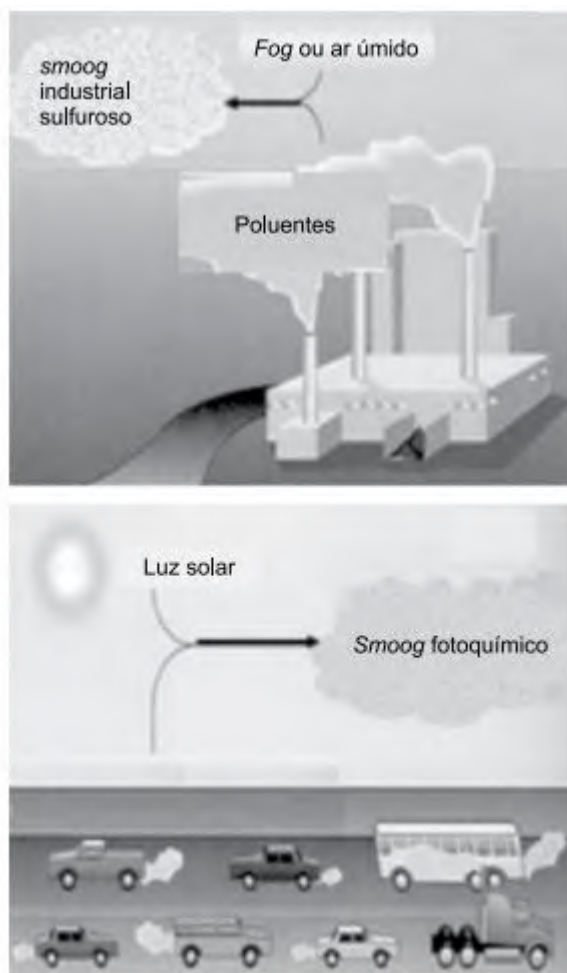
4. B
5. ERRADA
6. B

7. CORRETA
8. 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](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)  $\text{SO}_2$ , partículas de fuligem e  $\text{NO}_x$ , compostos orgânicos voláteis (COV).

- b)  $\text{CO}_2$ , partículas de fuligem e  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NO}_x$ .
- c)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , sulfatos e  $\text{HNO}_3$ , ozônio ( $\text{O}_3$ ).
- d) material particulado,  $\text{NO}_x$  e aldeídos,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- e) Metano, CO e compostos orgânicos voláteis,  $\text{SO}_2$ .

**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. (CEPS-UFPA/UNIFESSPA – 2018) Quanto à dimensão da área atingida, os problemas de poluição do ar são classificados em problemas globais e em problemas locais. Os problemas globais são:**

- a) Efeito estufa, destruição da camada de ozônio e chuva ácida.
- b) Efeito estufa, destruição da camada de ozônio, chuva ácida e “smog” industrial.
- c) Efeito estufa, destruição da camada de ozônio, chuva ácida, “smog” industrial e “smog” fotoquímico.
- d) Efeito estufa, destruição da camada de ozônio, chuva ácida, “smog” industrial e “smog” magnético.
- e) Efeito estufa, destruição da camada de ozônio, chuva ácida, “smog” industrial e “smog” eletromagnético.

**4. (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.*

**5. (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.**

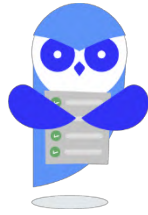
*O smog se forma em grandes cidades onde a poluição do ar é elevada e provocada, pela queima de combustíveis fósseis (gasolina e diesel) pelos veículos automotores. Sendo assim, este tipo de evento tem pouca interferência com a presença de indústrias.*

**6. (FCC/MPU – 2007) Pode-se controlar o smog fotoquímico**

- a) pela substituição do carvão comum por carvão de baixo teor de enxofre.
- b) pela remoção de dióxido de enxofre por meio de lavadores de gás.

- c) pela emissão intermitente de poluentes.
- d) por meio de queimadores e conversores catalíticos.
- e) pela remoção de material particulado por precipitadores eletrostáticos.

# GABARITO



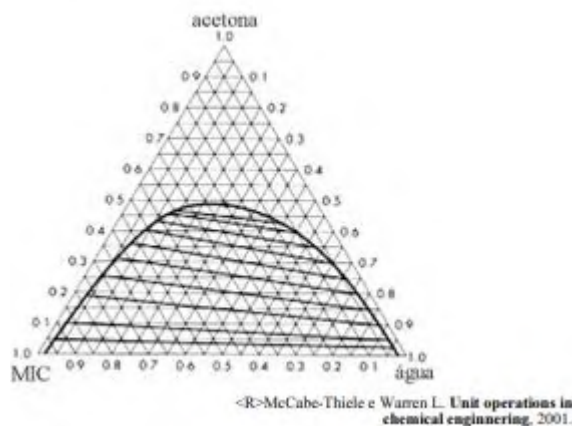
## GABARITO

1. C
2. CORRETA
3. A
4. ERRADA
5. ERRADA
6. D

# 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 (metilisobutylcetona) —, 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.

**10. (VUNESP/CETESB - 2013) Considere a descrição de um equipamento para controle de particulados: o separador baseia-se na ação da força centrífuga que age sobre as partículas carregadas pelo fluxo de gás, empurrando-as na direção das paredes, e retirando-as do fluxo gasoso; o equipamento pode ser desenhado com entrada do gás tangencial ou axial e está caracterizado pela baixa eficiência para partículas menores que 5 – 10 µm. O equipamento aqui descrito é um**

- a) ciclone.
- b) pós-queimador.
- c) filtro tipo Venturi.
- d) lavador de gases.
- e) coletor gravitacional.

**11. (FGV/TJ-AM - 2013) Existem diversos equipamentos para o controle de poluição no ar. Das opções a seguir, o equipamento que controla a emissão de gases é**

- a) o filtro de manga.
- b) o equipamento de adsorção para um material sólido.
- c) o ciclone.
- d) o coletor inercial.
- e) o precipitador eletrostático

**12. (FGV/COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTO - RN - 2010) Assinale, dentre os equipamentos a seguir, aquele que NÃO está relacionado à remoção de material particulado em efluentes gasosos.**

- a) precipitadores eletrostáticos

- b) filtros de mangas
- c) filtro rotatório
- d) scrubbers
- e) ciclones

**13. (FGV/COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTO - RN - 2010) Assinale a afirmativa INCORRETA em relação ao projeto e ao desempenho de ciclones.**

- a) O projeto do ciclone depende da densidade do material a ser removido.
- b) Para partículas maiores que  $200\ \mu\text{m}$  (diâmetro esférico equivalente), deve-se considerar a possibilidade de abrasão no interior do ciclone.
- c) A viscosidade do gás não afeta o tamanho teórico da partícula removida pelo ciclone.
- d) O tamanho teórico da partícula removida pelo ciclone depende da velocidade do gás.
- e) Ciclones podem ser empregados para a remoção de sólidos ou líquidos de gases.

**14. (FCC/MPU - 2007) O material particulado fino das emissões industriais pode ser removido por:**

- a) filtros de manga.
- b) coletores gravitacionais.
- c) lavadores de gás.
- d) ciclones.
- e) colunas de carvão ativado granular.

**15. (CEBRASPE/MPU – 2010) Com relação ao controle da poluição ambiental nas indústrias, julgue o item subsequente.**

*A captura do material particulado com filtro de tecido cujo meio filtrante tem formato de manga é utilizada como instrumento de controle de riscos ambientais.*

**16. (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.**

*No tratamento de emissões de algumas fontes fixas, a remoção de contaminantes gasosos pode ser realizada por combustão, utilizando-se equipamentos conhecidos como queimadores ou flaires.*

# GABARITO



## GABARITO

1. ERRADA
2. CORRETA
3. A
4. D
5. B
6. A

7. D
8. B
9. D
10. A
11. B
12. C

13. C
14. A
15. CORRETA
16. CORRETA