

## 1. UEL 1996

A sequência correta das estruturas do sistema respiratório é:

- a. boca -fossas nasais - laringe - brônquio - traqueia - faringe;
- b. fossas nasais - faringe - laringe - traqueia - brônquio - pulmões;
- c. boca - faringe - pulmões - coração - traqueia - brônquios;
- d. fossas nasais - faringe - laringe - pulmões - coração - traqueia;
- e. boca - fossas nasais - pulmões - brônquios - faringe - traqueia.

## 2. UERJ 2017

Os primeiros artrópodes eram animais marinhos. Ao longo do processo evolutivo, alguns membros desse grupo sofreram transformações que possibilitaram a eles a conquista do meio terrestre.

Uma transformação que contribuiu para a permanência destes artrópodes nesse ambiente seco foi:

- a. circulação aberta
- b. respiração traqueal
- c. fecundação externa
- d. digestão extracorpórea

## 3. FUVEST 2018

O botulismo provocou a morte de 1,1 mil cabeças de gado, no último mês de agosto, numa fazenda em Mato Grosso do Sul. A suspeita clínica inicial foi confirmada pelo exame das amostras de grãos úmidos de milho fornecidos aos animais, demonstrando a presença da toxina botulínica, que é produzida pela bactéria *Clostridium botulinum*.

Considerando que a toxina botulínica bloqueia a transmissão neuromuscular, a morte dos animais deve ter sido decorrente de

- a. infecção generalizada.
- b. hemorragia interna.
- c. desidratação provocada por diarreia.
- d. acidente vascular cerebral.
- e. parada respiratória.

## 4. PUC-RJ 2015

Quando uma pessoa prende a respiração, ocorrem alterações sanguíneas que levam à necessidade de respirar. A esse respeito, considere as alterações abaixo:

- I. Aumento de  $O_2$ .
- II. Diminuição de  $O_2$ .
- III. Aumento de  $CO_2$ .
- IV. Diminuição de  $CO_2$ .

Na situação descrita acima, ocorrem as alterações:

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

## 5. FUVEST 2012

Ao longo da evolução dos vertebrados, a

- a. digestão tornou-se cada vez mais complexa. A tomada do alimento pela boca e sua passagem pelo estômago e intestino são características apenas do grupo mais recente.
- b. circulação apresentou poucas mudanças. O número de câmaras cardíacas aumentou, o que não influenciou a circulação pulmonar e a sistêmica, que são completamente separadas em todos os grupos.
- c. respiração, no nível celular, manteve-se semelhante em todos os grupos. Houve mudança, porém, nos órgãos responsáveis pelas trocas gasosas, que diferem entre grupos.
- d. excreção sofreu muitas alterações, devido a mudanças no sistema excretor. Porém, independentemente do ambiente em que vivem, os animais excretam ureia, amônia e ácido úrico.
- e. reprodução sofreu algumas mudanças relacionadas com a conquista do ambiente terrestre. Assim, todos os vertebrados, com exceção dos peixes, independem da água para se reproduzir.

## 6. PUCMG 1997

As trocas gasosas no pulmão humano, em condições normais, ocorrem:

- a. nos alvéolos.
- b. nos bronquíolos.
- c. nos brônquios.
- d. na traqueia.
- e. na laringe.

## 7. UECE 2015

Através da respiração, os seres vivos extraem a energia armazenada nos alimentos para realizar os seus diversos processos metabólicos. No quadro abaixo, estabeleça corretamente a correlação entre os animais listados e seus respectivos tipos de respiração.

### ANIMAIS

1. estrela do mar
2. capote
3. minhoca
4. carrapato

### RESPIRAÇÃO

- ( ) Pulmonar
- ( ) Branquial

- ( ) Cutânea
- ( ) Traqueal

A sequência correta, de cima para baixo, é:

- a. 2 - 1 - 3 - 4.
- b. 1 - 2 - 3 - 4.
- c. 1 - 4 - 2 - 3.
- d. 2 - 4 - 1 - 3.

## 8. ALBERT EINSTEIN 2016

No processo de respiração humana, o ar inspirado chega aos alvéolos pulmonares. O oxigênio presente no ar difunde-se para os capilares sanguíneos, combinando-se com

- a. a hemoglobina presente nas hemácias, e é transportado para os tecidos, sendo absorvido pelas células e em seguida utilizado na cadeia respiratória, que ocorre no citosol.
- b. a hemoglobina presente nas hemácias, e é transportado para os tecidos, sendo absorvido pelas células e em seguida utilizado na cadeia respiratória, que ocorre na mitocôndria.
- c. o plasma sanguíneo, e é transportado para os tecidos, sendo absorvido pelas células e em seguida utilizado na glicólise, que ocorre no citosol.
- d. o plasma sanguíneo, e é transportado para os tecidos, sendo absorvido pelas células e em seguida utilizado na glicólise, que ocorre na mitocôndria.

## 9. G1 - CFTSC 2008

Recentemente, o ator Paulo Autran faleceu em São Paulo, vítima de complicações decorrentes de um câncer no pulmão, provavelmente em função de ser um fumante inveterado. Ele próprio queria que fosse divulgado esse fato, para alertar que o cigarro pode provocar câncer. Considerando que o pulmão faz parte do sistema respiratório, assinale a alternativa CORRETA:

- a. Hematose é o processo de troca gasosa que ocorre nos pulmões: o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) passa para dentro do corpo e o oxigênio (O<sub>2</sub>) vai para fora, para ser liberado.
- b. A fumaça do cigarro não provoca alterações nas vias aéreas, como na traqueia, por exemplo.
- c. As vias aéreas respiratórias são formadas pelas fossas nasais, pela faringe, pela traqueia e pelos pulmões.
- d. Os alvéolos pulmonares são pequenas bolsas, revestidas por capilares sanguíneos, responsáveis pelas trocas gasosas.
- e. Respiração celular é a entrada do oxigênio no corpo (inspiração) e a saída do gás carbônico (expiração).

## 10. PUCPR 2004

Nos seres humanos a oxigenação do sangue ocorre, com maior intensidade, ao nível dos alvéolos pulmonares, no interior dos pulmões. Os movimentos respiratórios que facilitam a entrada do ar nos pulmões e, conseqüentemente, a sua saída, ocorrem pela ação:

- a. da traqueia e dos brônquios.
- b. do diafragma e da pleura.
- c. do mediastino e dos músculos peitorais.

- d. dos músculos intercostais e do diafragma.
- e. da faringe e da laringe.

### 11. UFPR 2014

A troca do gás oxigênio entre o ar atmosférico, presente nos alvéolos pulmonares, e os capilares sanguíneos pode ser expressa pela fórmula:

Difusão do gás:  $A / E \cdot D \cdot (P_1 - P_2) \rightarrow A = \text{área alveolar}.$

E = distância entre o tecido epitelial do alvéolo pulmonar e capilar sanguíneo.

D = coeficiente de difusão do gás.

$(P_1 - P_2)$  = diferença de pressão do gás entre o ar alveolar (atmosférico) e o sangue.

Quanto maior a altitude, menor a pressão atmosférica, e o ar atmosférico torna-se mais rarefeito. Ao escalar uma montanha, o alpinista percebe que sua respiração vai ficando mais difícil. Essa dificuldade é ocasionada porque um dos fatores, expresso na fórmula, está alterado. Qual é esse fator?

- a. Área alveolar.
- b. Coeficiente de difusão do gás.
- c. Distância entre o tecido epitelial do alvéolo pulmonar e o capilar sanguíneo.
- d. Diferença de pressão entre o ar alveolar (ar atmosférico) e o capilar sanguíneo.
- e. Produto entre a área alveolar pela distância entre o alvéolo pulmonar e o capilar sanguíneo.

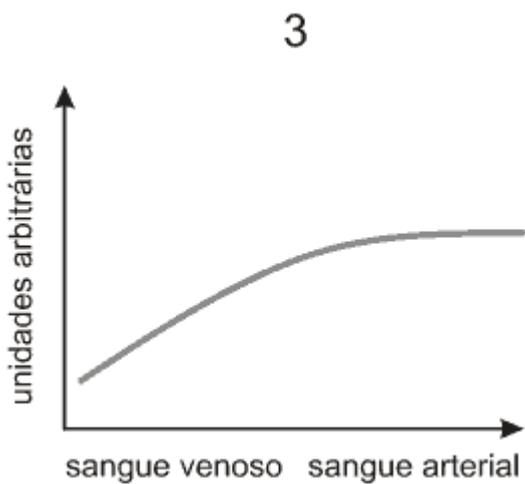
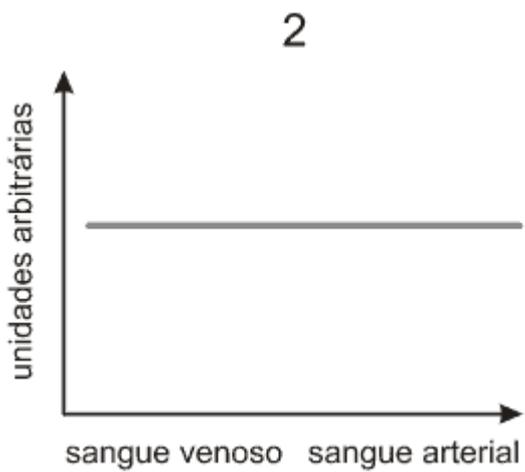
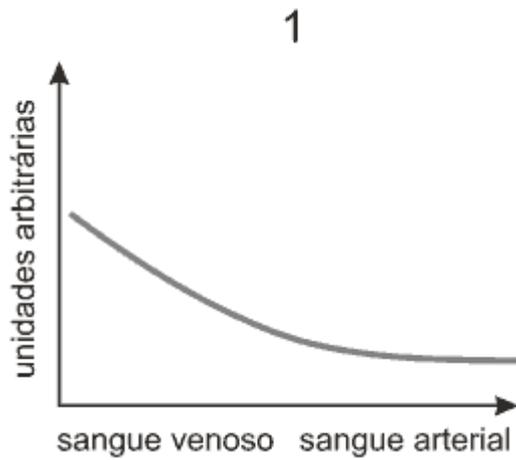
### 12. UERN 2015

Os alvéolos são responsáveis pelas trocas gasosas entre o pulmão e o sangue. O sangue que chega aos alvéolos absorve o gás oxigênio inspirado da atmosfera, elimina gás carbônico no interior dos alvéolos, que é logo expelido do corpo, por meio da expiração. É correto afirmar que o movimento desses gases na membrana plasmática das células durante as trocas gasosas é feito por

- a. osmose.
- b. difusão simples.
- c. transporte ativo.
- d. difusão facilitada.

### 13. UNESP 2014

Os gráficos representam a concentração de três gases no sangue assim que passam pelos alvéolos pulmonares.



É correto afirmar que os gráficos que representam as concentrações dos gases  $O_2$ ,  $CO_2$  e  $N_2$  são, respectivamente,

- a. 2, 1 e 3, e a variação observada nas concentrações é devida à difusão.
- b. 3, 2 e 1, e a variação observada nas concentrações é devida à osmose.
- c. 1, 2 e 3, e a variação observada nas concentrações é devida à osmose.
- d. 3, 1 e 2, e a variação observada nas concentrações é devida à difusão.
- e. 1, 3 e 2, e a variação observada nas concentrações é devida à difusão.

#### 14. UNICAMP 2011

Para suprirem suas células com oxigênio e removerem o gás carbônico dos tecidos, os animais realizam trocas gasosas com o ambiente, processo denominado de respiração. Na tabela a seguir estão listados 4 grupos de animais e 4 tipos de respiração:

Grupo de animais	Tipo de respiração
I - Poríferos	A - Branquial
II - Crustáceos	B - Traqueal
III - Insetos	C - Cutânea
IV - Répteis	D - Pulmonar

As relações corretas entre os grupos de animais mencionados à esquerda e os tipos de respiração mencionados à direita são:

- a. IC; IIA; IIIB; IVD.
- b. IB; IIA; IIIC; IVD.
- c. IA; IIB; IIIC; IVD.
- d. IC; IID; IIIA; IVB.

#### 15. PUC-RJ 2015

Sobre a respiração nos mamíferos, considere as afirmativas a seguir.

- I. Mamíferos utilizam respiração por pressão negativa, que consiste em expandir a cavidade torácica diminuindo assim a pressão nos pulmões permitindo a entrada do ar.
- II. Durante a inspiração, os músculos intercostais e o diafragma se contraem.
- III. Durante a inspiração, os músculos intercostais e o diafragma relaxam.
- IV. O relaxamento dos músculos intercostais e do diafragma provoca a redução do volume da caixa torácica.

É correto o que se afirma em:

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

#### 16. FUVEST 2018

Analise as três afirmações sobre o controle da respiração em humanos.

- I. Impulsos nervosos estimulam a contração do diafragma e dos músculos intercostais, provocando a inspiração.
- II. A concentração de dióxido de carbono no sangue influencia o ritmo respiratório.
- III. O ritmo respiratório pode ser controlado voluntariamente, mas na maior parte do tempo tem controle involuntário.

Está correto o que se afirma em

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

### 17. PUC-RJ 2010

Sabe-se que um indivíduo da espécie humana não pode ficar sem realizar respiração sistêmica por muito tempo, sob pena de sofrer lesões cerebrais. Assinale a alternativa que descreve corretamente o processo metabólico celular que ocorre neste caso.

- a. Na ausência de oxigênio molecular, as células iniciam um processo não fermentativo de respiração aeróbica.
- b. O gás carbônico produzido na respiração se acumula provocando diminuição do pH celular.
- c. O oxigênio molecular é consumido, e sua diminuição causa aumento do pH celular.
- d. O oxigênio molecular começa a se transformar em ácido carbônico, diminuindo o pH celular.
- e. Na ausência de oxigênio molecular, a célula passa a fazer digestão aeróbica para gerar energia.

### 18. UEPA 2015

Leia o texto para responder à questão.

O corpo humano é capaz de realizar diversas atividades: aproveitar os nutrientes dos alimentos, movimentar-se, realizar trocas gasosas com o ar atmosférico, eliminar produtos indesejáveis ou tóxicos ao nosso corpo. Todas essas funções atuam de forma integrada e, por isso, manter o corpo saudável é fundamental para uma boa qualidade de vida. Portanto, quando falamos, usamos o sistema **respiratório**, quando comemos, o sistema **digestório**, entre outros sistemas importantes nessas situações.

Texto Modificado de Bio, Sônia Lopes, 2008.

Com relação aos sistemas destacados no texto, analise as afirmativas abaixo e identifique-as em Verdadeiras (V) ou Falsas (F).

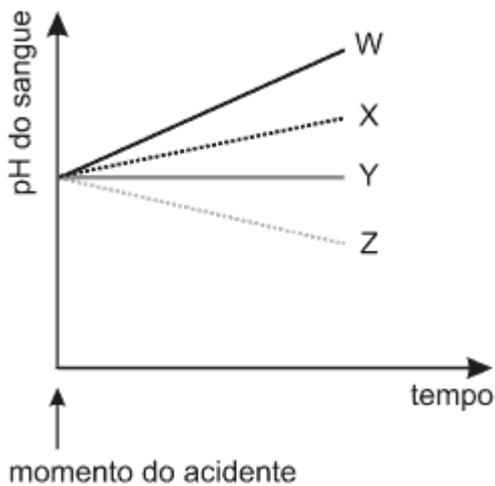
- ( ) O processo de passagem do bolo alimentar da boca até o estômago denomina-se deglutição.
- ( ) As trocas gasosas nas superfícies respiratórias ocorrem por difusão.
- ( ) O intestino delgado está dividido em duas porções: jejuno e íleo.
- ( ) O processo de mudança do sangue venoso para arterial chama-se hematose.
- ( ) O intestino grosso é responsável por grande reabsorção de água.
- ( ) A hemoglobina é o pigmento respiratório que tem afinidade pelo  $\text{CO}_2$

A sequência correta é:

- a. F, V, V, F, V, F
- b. F, F, V, V, V, F
- c. V, F, V, F, V, V
- d. V, F, F, V, F, V
- e. V, V, F, V, V, F

### 19. UERJ 2012

Um dos equipamentos de segurança de uma cápsula espacial tripulada efetua a remoção do gás carbônico desse ambiente. Admita que, após um acidente, esse equipamento tenha deixado de funcionar. Observe as curvas do gráfico abaixo:

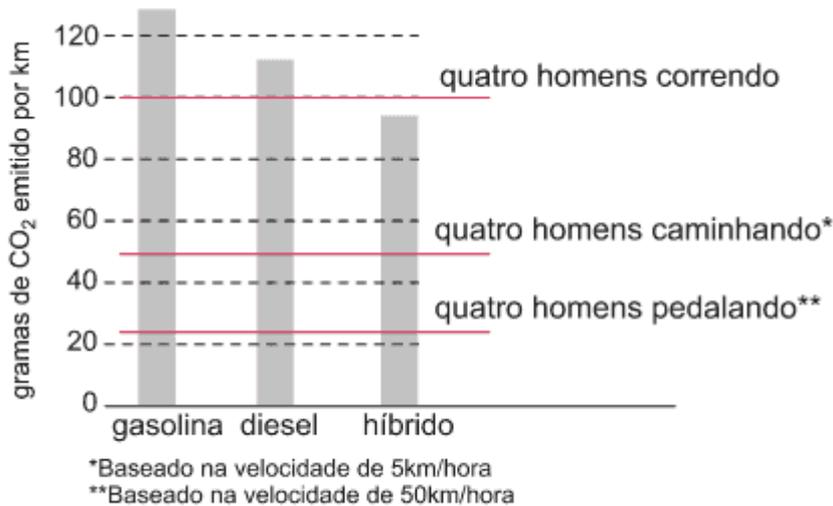


A curva que representa a tendência do que deve ter ocorrido, após o acidente, com o pH sanguíneo dos tripulantes está identificada por:

- a. W
- b. X
- c. Y
- d. Z

## 20. UNESP 2012

Os carros híbridos, cujos motores funcionam a combustão interna (geralmente combustíveis fósseis) e eletricidade, são tidos como alternativa viável para reduzir a emissão veicular de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) para a atmosfera. Para testar se são realmente ecológicos, pesquisadores italianos compararam as emissões de dióxido de carbono de quatro homens, em três situações, correndo, caminhando e andando de bicicleta, com as emissões de dióxido de carbono de carros movidos a gasolina, de carros movidos a óleo diesel e de carros híbridos, quando cada um desses tipos de carros transportava esses mesmos quatro homens em percursos urbanos. Os resultados são apresentados no gráfico a seguir, onde as barras representam a emissão de  $\text{CO}_2$  de cada tipo de carro, e as linhas vermelhas representam a emissão de  $\text{CO}_2$  pelo grupo de quatro homens.



(Scientific American Brasil, junho de 2011. Adaptado.)

Considerando os resultados e as condições nas quais foi realizado o experimento, e considerando os processos de obtenção e produção da energia que permitem a movimentação dos músculos do homem, pode-se dizer corretamente que quatro homens

- transportados por um carro híbrido apresentam a mesma taxa respiratória que quatro homens pedalando, e liberam para a atmosfera maior quantidade de dióxido de carbono que aquela liberada pelo carro híbrido que os está transportando.
- correndo consomem mais glicose que quatro homens pedalando ou quatro homens caminhando, e liberaram para a atmosfera maior quantidade de dióxido de carbono que aquela liberada por um carro híbrido que os estivesse transportando.
- pedalando consomem mais oxigênio que quatro homens caminhando ou correndo, e cada um desses grupos libera para a atmosfera maior quantidade de dióxido de carbono que aquela liberada por um veículo híbrido que os estivesse transportando.
- pedalando têm maior consumo energético que quatro homens caminhando ou quatro homens correndo, e cada um desses grupos libera para a atmosfera menor quantidade de dióxido de carbono que aquela liberada por qualquer veículo que os estivesse transportando.
- transportados por um veículo a gasolina ou por um veículo a diesel liberam para a atmosfera maior quantidade de dióxido de carbono que aquela liberada por quatro homens transportados por um veículo híbrido, ou por aquela liberada pelo carro híbrido que os está transportando.

## 21. UEG 2013

A pressão atmosférica na superfície terrestre, que é de 1,033kg/cm<sup>2</sup>, dobra a cada dez metros de profundidade de mergulho na água. Sobre os riscos de traumas causados por acidentes subaquáticos, considera-se o seguinte:

- a flexibilidade da caixa torácica humana permite a compressão dos pulmões em mergulhos profundos e a preservação dos líquidos no interior dos vasos sanguíneos alveolares.
- ao controlar a pressão de ar na tuba auditiva durante a descida, o mergulhador corrige a deformação por abaulamento para fora, causada pelo aumento da pressão externa.
- ao voltar para a superfície, o mergulhador deve exalar o ar para evitar a hiperdistensão e o rompimento alveolar por causa da redução gradual da pressão externa.
- comparado com a estrutura dos peixes e de outros organismos marinhos, o ser humano possui estruturas anatômicas resistentes para mergulho em águas profundas.

## 22. UFRGS 2013

Assinale com V (verdadeiro) ou F (falso) as afirmações abaixo, referentes à fisiologia respiratória humana.

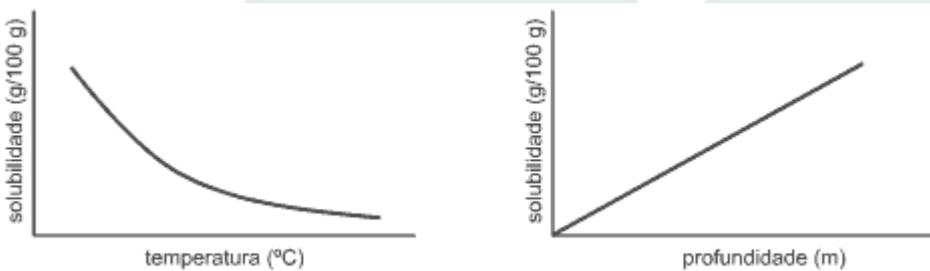
- ( ) O principal músculo respiratório é o diafragma.
- ( ) O dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) é, principalmente, transportado dissolvido no plasma como bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ )
- ( ) A enzima anidrase carbônica, presente no plasma, participa no transporte de oxigênio.
- ( ) A mioglobina funciona como a reserva de oxigênio para os músculos.

A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é

- a. V – F – V – V.
- b. F – F – V – F.
- c. F – V – F – V.
- d. V – V – F – V.
- e. V – V – V – F.

### 23. UERJ 2016

A temperatura e a pressão afetam a solubilidade do oxigênio no sangue dos organismos. Alguns animais marinhos sem pigmentos respiratórios realizam o transporte de oxigênio por meio da dissolução desse gás diretamente no plasma sanguíneo. Observe a variação da solubilidade do oxigênio no plasma, em função da temperatura e da profundidade a que o animal esteja submetido, representada nos gráficos abaixo.



Um estudo realizado sob quatro diferentes condições experimentais, para avaliar a dissolução de oxigênio no plasma desses animais, apresentou os seguintes resultados:

Parâmetros avaliados	Condições experimentais			
	W	X	Y	Z
Temperatura	Baixa	Baixa	Alta	Alta
Profundidade	Alta	Baixa	Baixa	Alta

O transporte de oxigênio dissolvido no plasma sanguíneo foi mais favorecido na condição experimental representada pela seguinte letra:

- a. W
- b. X
- c. Y
- d. Z

### 24. PUC-RJ 2012

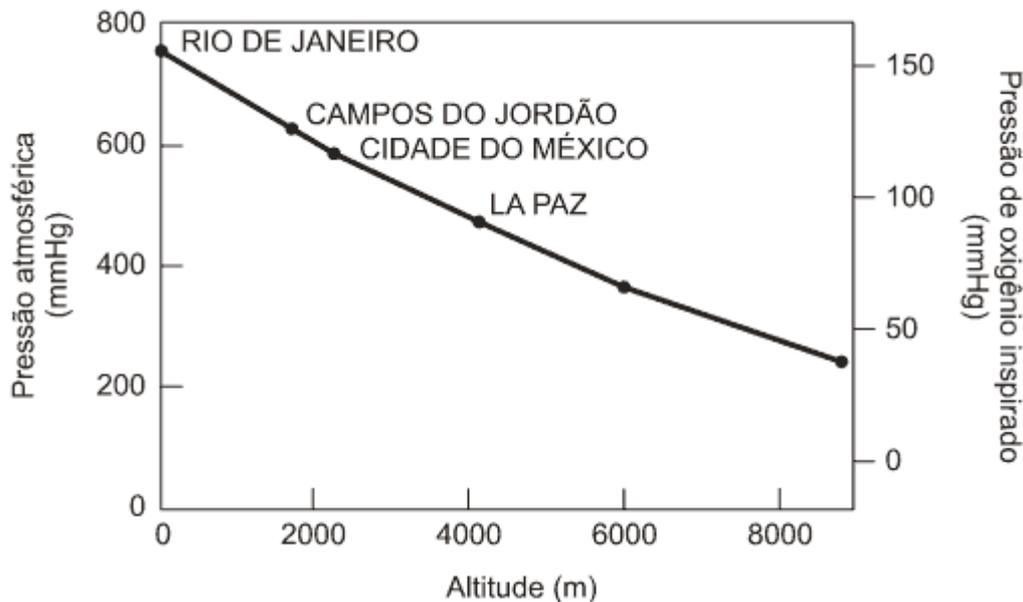
O fumo é responsável por provocar ou agravar diversos problemas no sistema respiratório, e uma das razões para a redução da eficiência respiratória está relacionada à combinação do monóxido de carbono emitido pelo cigarro com a hemoglobina.

Sobre essa associação, é correto afirmar que:

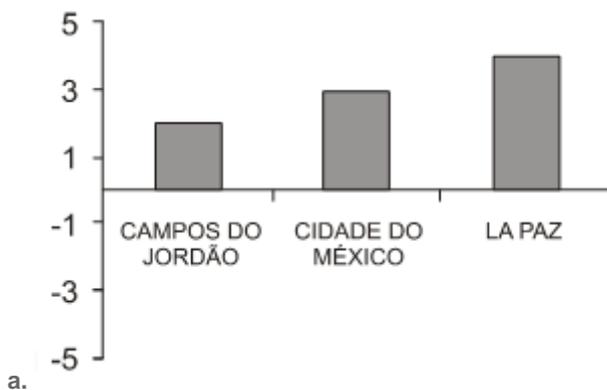
- a. o monóxido de carbono se liga à hemoglobina formando um composto instável chamado carboemoglobina.
- b. o monóxido de carbono se liga à hemoglobina formando um composto estável chamado oxiemoglobina.
- c. o monóxido de carbono se liga à hemoglobina formando um composto estável chamado carboxiemoglobina.
- d. a ligação entre o monóxido de carbono e a hemoglobina, apesar de estável, é mais fraca do que aquela que ocorre entre a hemoglobina e o oxigênio.
- e. o monóxido de carbono destrói a molécula de hemoglobina após a combinação.

## 25. UFPR 2011

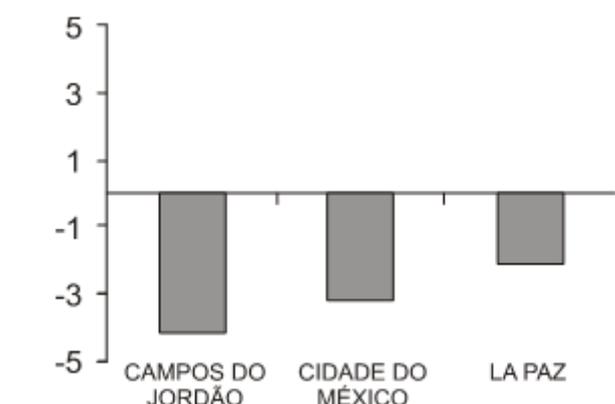
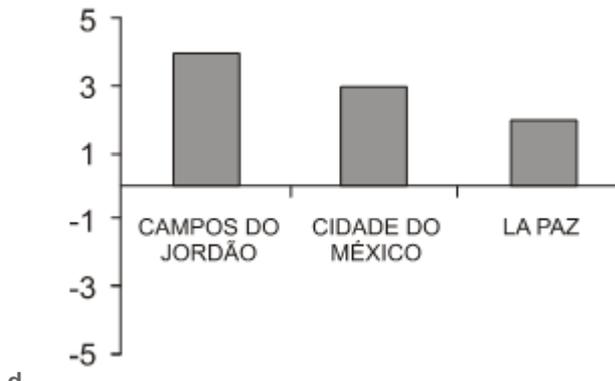
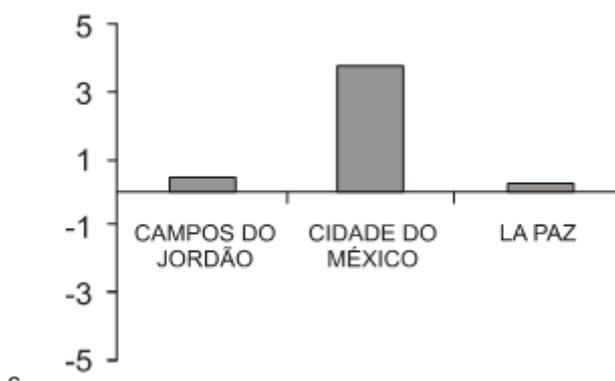
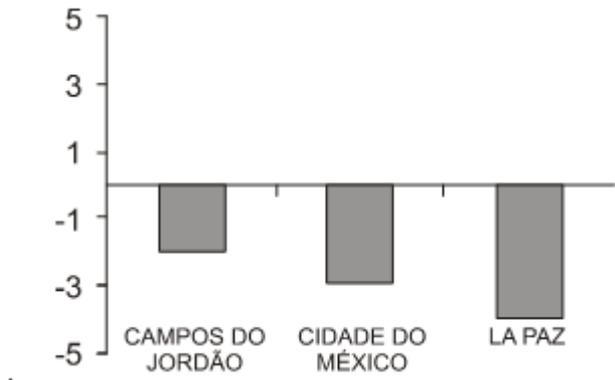
Observe a figura, que mostra a pressão atmosférica e a pressão de oxigênio inspirado em 4 cidades situadas em diferentes altitudes.



Assinale a alternativa cujo gráfico melhor representa a variação percentual esperada do número de eritrócitos encontrado no sangue de pessoas saudáveis, moradoras de cada uma das cidades, comparado aos valores encontrados nos habitantes do Rio de Janeiro.



a.



26. UNESP 2013

Na Copa Libertadores da América de 2012, o time do Santos perdeu de 2 a 1 para o Bolívar, da Bolívia, em La Paz. O fraco desempenho físico do time santista em campo foi atribuído à elevada altitude da cidade, onde os jogadores desembarcaram às vésperas do jogo. Duas semanas depois, jogando em Santos, SP, o time santista ganhou do Bolívar por 8 a 0. Considerando a pressão atmosférica, a mecânica e a fisiologia da respiração e, ainda, o desempenho físico dos jogadores do Santos nesses dois jogos, é correto afirmar que em Santos a pressão atmosférica é

- a. menor que em La Paz, o que implica menor esforço dos músculos intercostais e do diafragma para fazer chegar aos pulmões a quantidade necessária de  $O_2$ . Disso resulta saldo energético positivo, o que melhora o desempenho físico dos jogadores quando o jogo acontece em cidades de baixa altitude.
- b. maior que em La Paz, o que implica maior esforço dos músculos intercostais e do diafragma para fazer chegar aos pulmões a quantidade necessária de  $O_2$ . Em Santos, portanto o maior esforço físico dos músculos envolvidos com a respiração resulta na melhora do desempenho físico dos atletas no jogo.
- c. menor que em La Paz, o que implica maior esforço dos músculos intercostais e do diafragma para fazer chegar aos pulmões a quantidade necessária de  $O_2$ . Tanto em Santos quanto em La Paz a quantidade de  $O_2$  por volume de ar inspirado é a mesma, e a diferença no desempenho físico dos jogadores deve-se apenas ao esforço empregado na respiração.
- d. maior que em La Paz, porém é menor a concentração de  $O_2$  por volume de ar atmosférico inspirado. Em La Paz, portanto o organismo do atleta reage diminuindo a produção de hemácias, pois é maior a quantidade de  $O_2$  disponível nos alvéolos. A menor quantidade de hemácias resulta no baixo desempenho físico dos jogadores.
- e. maior que em La Paz, assim como é maior a concentração de  $O_2$  por volume de ar atmosférico inspirado. Em Santos, portanto com maior disponibilidade de oxigênio, a concentração de hemácias do sangue é suficiente para levar para os tecidos musculares o  $O_2$  necessário para a atividade física empregada no jogo.

## 27. UEPB 2013

Sobre o processo de respiração nos seres humanos, é correto afirmar que:

- a. Os centros nervosos que controlam a respiração localizam-se no cerebelo e na medula espinal.
- b. Dentre todos os mamíferos, é apenas na espécie humana que vamos encontrar a denominada ventilação pulmonar, ou seja, a renovação de ar nos pulmões, dependendo principalmente da ação dos músculos intercostais e do diafragma.
- c. Quando nos exercitamos, as células musculares aumentam a taxa de respiração celular, liberando mais gás carbônico. Esse gás combina-se com a água e forma ácido carbônico, o que torna o sangue mais ácido. O aumento da acidez sanguínea é detectado pelo sistema nervoso e serve de estímulo para o aumento da frequência respiratória.
- d. Nos alvéolos pulmonares ocorre o fenômeno-chave da respiração celular: a hematose, onde o gás oxigênio presente no ar dos alvéolos difunde-se para os capilares sanguíneos e penetra nas hemácias, onde se combina com a hemoglobina.
- e. Cada movimento respiratório compõe-se de uma inspiração e uma expiração, ou seja, de uma saída e uma entrada de ar nos pulmões, respectivamente.

## 28. FGV 2005

Alguns rapazes cometeram a imprudência de dirigir logo depois de terem tomado várias cervejas. Durante o percurso, suspeitaram que, um pouco mais a frente, no posto rodoviário, poderia estar sendo realizado o teste do bafômetro. Nesse teste, o motorista deve soprar o ar em um aparelho que irá detectar a presença e a quantidade de álcool ingerida. Com o intuito de mascarar o teste e despistar os policiais, os rapazes lavaram a boca, beberam água e chuparam várias balas de hortelã.

Parados no posto rodoviário e feito o teste do bafômetro, este deu resultado:

- a. negativo. O álcool é rapidamente digerido e absorvido pelas paredes digestórias. Só pode ser detectado a partir de gotículas da bebida que permanecem na mucosa da boca. A água e os elementos aromáticos da bala mascaram a detecção pelo aparelho.
- b. negativo. O álcool é lentamente absorvido pelas paredes digestórias, sem sofrer digestão. Alcança a corrente sanguínea, é totalmente metabolizado pelo fígado e eliminado pelos rins. A água bebida pelos rapazes acelera a eliminação do álcool pela urina, e

os elementos aromáticos da bala mascaram o odor da bebida.

c. positivo. O álcool é lentamente digerido e absorvido pelas paredes digestórias. O álcool ainda presente no estômago libera vapores que são expelidos pela boca junto com o ar soprado no aparelho.

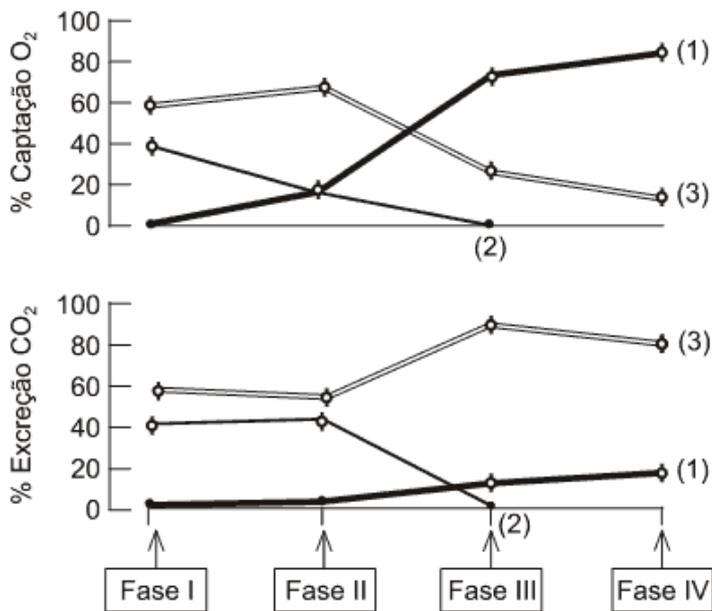
d. positivo. O álcool é rapidamente digerido e absorvido pelas paredes digestórias. Alcança a corrente sanguínea e chega aos demais tecidos do corpo, inclusive mucosas bucais. Moléculas de álcool nas mucosas são detectadas pelo aparelho.

e. positivo. O álcool é rapidamente absorvido pelas paredes digestórias, sem sofrer digestão. Alcança a corrente sanguínea e chega rapidamente aos demais tecidos do corpo, inclusive pulmão. Moléculas de álcool nos alvéolos são liberadas junto com o ar soprado no aparelho.

## 29. PUC-RS 2014

Para responder à questão, relacione o texto com o gráfico e as afirmativas a seguir.

A figura abaixo, que apresenta o resultado de um experimento com rãs da espécie *Rana catesbiana*, mostra a porcentagem de absorção de  $O_2$  e de excreção de  $CO_2$  pelos pulmões(1), brânquias(2) e pele(3) desses animais em quatro estágios de seu desenvolvimento, caracterizados pelas alterações anatômicas e funcionais entre a eclosão e a sua fase adulta. Durante o experimento, todos os animais foram imersos em água bem aerada, com a temperatura mantida em  $20^\circ C$ , e tiveram acesso ao ar.



Com base nos dados, afirma-se:

- I. Em todas as fases de desenvolvimento, a estrutura mais importante para a excreção de  $CO_2$  é a pele.
- II. Durante a progressão da fase I para a fase II, as brânquias contribuem mais para a captação de  $O_2$  do que para a excreção de  $CO_2$ .
- III. À medida que os pulmões se desenvolvem, a pele vai perdendo importância para a captação de  $O_2$ .

Está/Estão correta(s) a(s) afirmativa(s)

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

### 30. UFG 2014

As reações a seguir são fundamentais para o equilíbrio ácido-base em mamíferos.



Com base nessas reações, conclui-se que um primata, introduzido em uma atmosfera rica em  $CO_2$ , após a absorção desse gás, apresentará, como resposta fisiológica imediata, uma

- hiperventilação devido à resposta bulbar decorrente do aumento da concentração de íons  $H^+$  no líquido intracelular.
- hiperventilação devido à resposta renal decorrente do aumento da concentração de íons  $HCO_3^-$  no ultrafiltrado glomerular.
- hipoventilação devido à resposta bulbar decorrente do aumento da concentração de  $H_2CO_3$  no líquido intracelular.
- hipoventilação devido à resposta pulmonar decorrente do aumento da concentração de  $HCO_3^-$  nos alvéolos.
- hipoventilação devido à resposta renal decorrente do aumento  $H^+$  no ultrafiltrado glomerular.

### 31. FATEC 2016

Dados divulgados pelo Ministério da Saúde, em 2015, indicam que o número de fumantes no Brasil caiu nos últimos nove anos. No entanto, o país ainda apresenta cerca de milhões de habitantes sujeitos a um maior risco de desenvolvimento de diversos tipos de câncer, doenças pulmonares e cardiovasculares devido ao tabagismo.

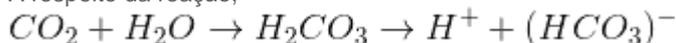
Entre as principais doenças pulmonares relacionadas ao cigarro está o enfisema, que é uma irritação respiratória crônica, de lenta evolução, na qual as paredes internas dos alvéolos pulmonares são destruídas. O indivíduo que sofre de enfisema apresenta respiração ofegante, com chiado e falta de ar, que se agravam à medida que a doença avança.

Os sintomas do enfisema estão diretamente relacionados à função das estruturas pulmonares que são afetadas por essa doença. A função principal dessas estruturas é

- produzir muco para revestir as vias aéreas e garantir a umidificação e purificação do ar inalado.
- facilitar a passagem do ar até os bronquíolos, onde ocorre o processo de hematose.
- permitir que ocorram as trocas gasosas entre o sangue e o ar que foi inalado.
- promover o movimento de inspiração e expiração do ar.
- sustentar a estrutura interna dos pulmões.

### 32. MACKENZIE 2014

A respeito da reação,



considere as seguintes afirmativas:

- Ocorre no interior das hemácias.
- Representa o principal modo de transporte de  $CO_2$  pelo sangue.
- É um importante mecanismo de manutenção do pH sanguíneo.
- É uma reação reversível.

Estão corretas as afirmações

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

### 33. UEPB 2012

As cinzas do vulcão chileno Puyehue, que entrou em erupção no dia 4 de junho de 2011, provocaram o cancelamento de centenas de voos do Cone Sul. O tráfego de aeronaves nos aeroportos da região Sul do Brasil e cidades da Argentina, Uruguai, Paraguai e Chile foi interrompido diversas vezes durante vários dias para garantir a segurança dos passageiros. Os gases decorrentes da erupção podem acarretar sérios danos à saúde, principalmente a crianças, idosos e pessoas com doenças crônicas e problemas pulmonares e cardiorrespiratórios. Dependendo da concentração, elas podem aspirar um material com ferro, cloro, enxofre, gás sulfídrico, que inflama os brônquios, especialmente de pessoas que já têm doenças no pulmão.

Sobre o sistema respiratório assinale a alternativa correta.

- a. O ar aspirado percorre as fossas nasais, faringe, laringe e traqueias e chega aos brônquios, onde ocorrem as trocas gasosas.
- b. Os gases decorrentes da erupção do vulcão são nocivos tanto aos seres humanos quanto a outros animais terrestres com respiração cutânea, como anfíbios e répteis.
- c. Os habitantes das áreas afetadas pelas cinzas do vulcão podem apresentar tosse e dificuldade de respirar devido ao excesso de muco produzido pela traqueia, que retém partículas poluentes e agentes infecciosos, capazes de causar lesões no aparelho respiratório.
- d. O oxigênio inalado é transportado às células e aos tecidos do corpo dissolvido no plasma sanguíneo.
- e. O monóxido de carbono, quando inalado em grande quantidade, pode ocasionar a obstrução dos brônquios impedindo que o oxigênio atinja os alvéolos.

### 34. UPE 2015

Maria, uma mergulhadora iniciante, em jejum, resolveu fazer um percurso mais longo que o de costume nos naufrágios da costa pernambucana e assustou-se com um tubarão. Na ocasião, reteve a respiração por um tempo prolongado, seguida de inspirações rápidas.

Após algum tempo, sinalizou para José, seu companheiro, que precisava subir. José, mais experiente, ficou preocupado, pois ela poderia desmaiar.



José pensou nessa possibilidade, porque

- a. a hiperventilação, provocada pelas inspirações curtas e retenção de ar, aumenta a concentração de  $O_2$  fazendo o sistema nervoso diminuir o número de ventilações, resultando em uma parada de quase todas as reações metabólicas, visto que o  $O_2$  é o produto final dessas reações.
- b. uma vez no sangue, o  $O_2$  se combina com a hemoglobina, sendo levado ao coração, onde é bombeado para todos os tecidos. O  $CO_2$  é metabolizado juntamente com a glicose para a produção de energia e síntese de ATP, e o  $O_2$  produto desse metabolismo, passa das células para o sangue, retornando em seguida ao pulmão, a fim de ser distribuído para as células.
- c. o principal estímulo respiratório não é o excesso de  $CO_2$  mas a falta de  $O_2$  pois os íons de bicarbonato ativam quimiossensores, que comandam os impulsos nervosos no bulbo raquiano, o que pode levar ao desmaio.
- d. a pressão sobre o tórax dificulta a difusão de gases nos alvéolos pulmonares, aumentando a concentração de  $CO_2$  no sangue e diminuindo a de  $O_2$ . Isso compromete a respiração celular, a qual necessita de glicose e  $O_2$  visando à transformação de energia e síntese de ATP para o metabolismo celular.
- e. no processo de respiração externa, o ar alveolar não é trocado completamente por um novo ar, apenas parte dele. O ar inalado passa, respectivamente, pela boca ou nariz, brônquios, bronquíolos, traqueia, até chegar aos alvéolos, que perdem continuamente  $CO_2$  para o sangue, o qual é substituído pelo  $O_2$  que se difunde do sangue para os alvéolos.

### 35. PUCRS 2014

Para responder à questão, considere as figuras abaixo, bem como seus conhecimentos a respeito dos músculos e dos processos envolvidos na ventilação pulmonar basal, que ocorre num estado de repouso.

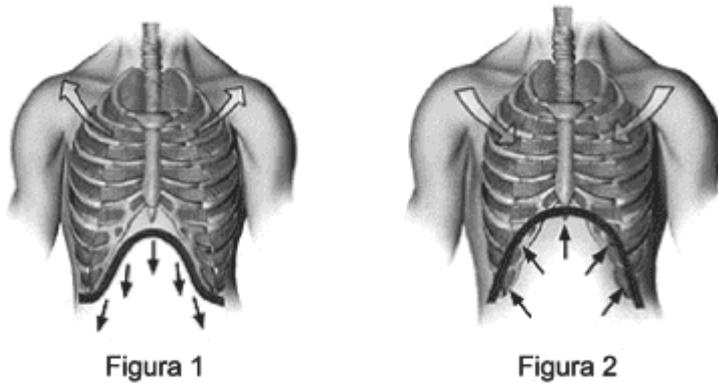


Figura 1

Figura 2

Com base nas figuras e em seus conhecimentos, é correto afirmar:

- a. Na figura 1, podemos observar o relaxamento do diafragma, enquanto a 2 representa sua contração.
- b. Os movimentos do diafragma e das costelas, na figura 2, geram uma pressão intratorácica inferior à atmosférica, favorecendo a expansão pulmonar e a entrada de ar nesse órgão.
- c. O diafragma é considerado o principal músculo ventilatório, porque se acopla diretamente ao pulmão, expandindo-o durante sua contração.
- d. A elevação das costelas e o abaixamento do diafragma, apresentados na figura 1, são representativos das alterações da caixa torácica durante a inspiração.
- e. Os processos representados na figura 1 dizem respeito à fase passiva da ventilação, enquanto a 2 representa a fase ativa da ventilação.

### 36. UNEB 2014

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

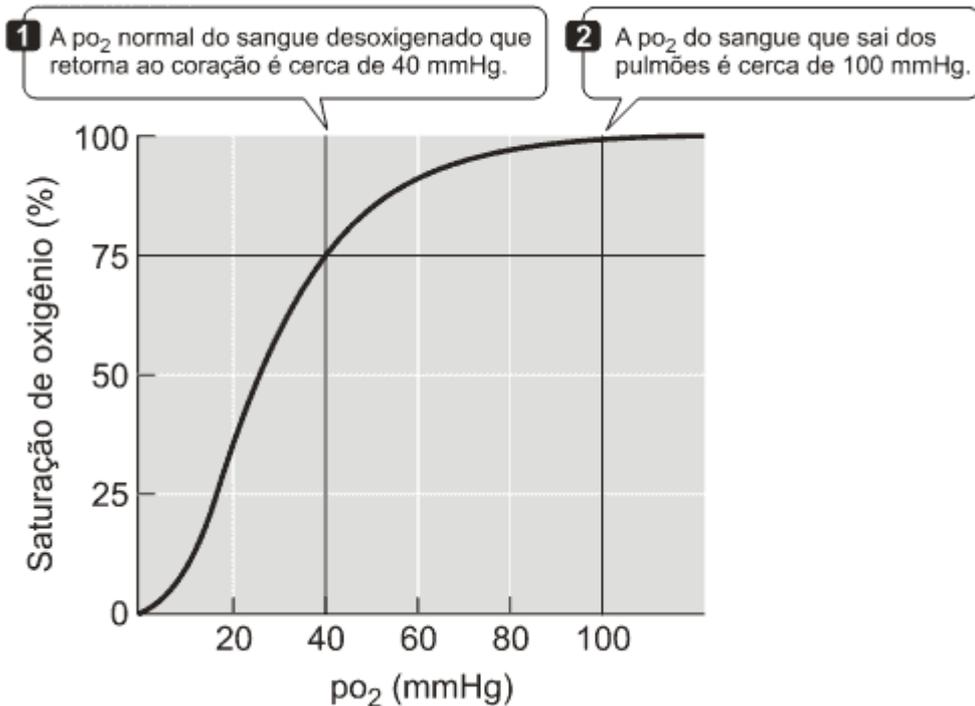
Em média, os seres humanos respiram automaticamente 12 vezes por minuto e esse ciclo, em conjunto com os batimentos cardíacos, é um dos dois ritmos biológicos vitais. O cérebro ajusta a cadência da respiração às necessidades do corpo sem nenhum esforço consciente. Mas o ser humano tem a capacidade de deliberadamente prender a respiração por curtos períodos. Essa capacidade é valiosa quando se precisa evitar que água ou poeira invadam os pulmões, estabilizar o tórax antes do esforço muscular e aumentar o fôlego quando necessário para se falar sem pausas.

Muito antes que a falta de oxigênio ou excesso de dióxido de carbono possa danificar o cérebro, algum mecanismo, aparentemente, leva ao ponto de ruptura, além do qual se precisa desesperadamente de ar.

Uma explicação lógica hipotética para o ponto de ruptura é que sensores especiais do corpo analisam alterações fisiológicas associadas ao inspirar e expirar antes que o cérebro apague.

O ponto de ruptura é o momento exato em que uma pessoa em apneia precisa desesperadamente de ar. O treinamento da apneia pode ampliá-la, assim como a meditação, que inunda o corpo com oxigênio, eliminando o dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>.

(PARKES. 2013. p. 22-27).



A habilidade da hemoglobina presente no sangue para captar ou liberar oxigênio,  $O_2(g)$  depende da sua pressão parcial ( $pO_2$ ) no ambiente. O gráfico representa a variação dessa pressão parcial sanguínea em relação ao grau de saturação de oxigênio ligado à hemoglobina.

Com base nessas informações, é correto afirmar:

- A pressão parcial de oxigênio normal presente nos tecidos sustenta apenas 25% do grau de saturação de oxigênio nas hemácias.
- A pressão parcial de oxigênio presente no sangue tende a aumentar à medida que o fluido sanguíneo se desloca através dos vasos em direção aos tecidos.
- O retorno venoso do sangue ao coração se caracteriza por apresentar taxas próximas de 0% de saturação de oxigênio ligado à hemoglobina.
- A hemoglobina que retorna ao coração através do sangue apresenta, aproximadamente, 50% da capacidade máxima de captação de oxigênio.
- A reserva de até 75% de oxigênio é mantida pela hemoglobina durante a demanda comum do corpo e pode ser liberada para os tecidos, se houver uma baixa da pressão parcial de oxigênio.

### 37. FGV 2014

Para realizar o teste do etilômetro, popularmente chamado de bafômetro, uma pessoa precisa expirar um determinado volume de ar para dentro do equipamento, através de um bocal.

Assinale a alternativa que explica, respectivamente, o movimento muscular exercido na expiração e a origem do álcool no corpo humano, a ser eventualmente detectado pelo equipamento.

- Contração do diafragma; células sanguíneas vermelhas, responsáveis pelo transporte de gases respiratórios.
- Relaxamento do diafragma; células sanguíneas brancas, responsáveis pelo transporte de substâncias ingeridas.
- Contração do diafragma; ar proveniente do estômago e do esôfago, o qual contém resquícios do álcool ingerido.
- Relaxamento do diafragma; plasma sanguíneo, responsável pelo transporte de substâncias ingeridas.

e. Relaxamento do diafragma; ar proveniente do estômago, do esôfago e da cavidade bucal, o qual contém resquícios do álcool ingerido.

### 38. UFPE 1996

Considere as proposições a seguir referentes às trocas gasosas:

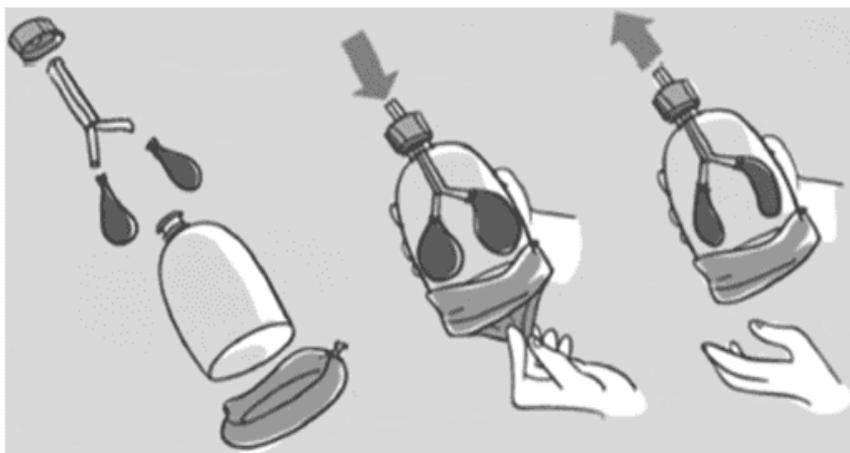
1. Hematose é a transformação do sangue venoso em arterial.
2. A oxiemoglobina é formada pela combinação do oxigênio com a hemoglobina.
3. A maior parte do  $\text{CO}_2$  é transportada pela hemoglobina.
4. A oxiemoglobina é formada nos tecidos; desfaz-se nos pulmões.

Está(ão) correta(s) apenas:

- a. 1 e 2
- b. 1 e 4
- c. 3
- d. 2
- e. 1, 2, 4

### 39. UNESP 2016

Na figura, uma demonstração feita com garrafa pet, tubos e balões de borracha simula o funcionamento do sistema respiratório humano.



(<http://rede.novaescolaclube.org.br>)

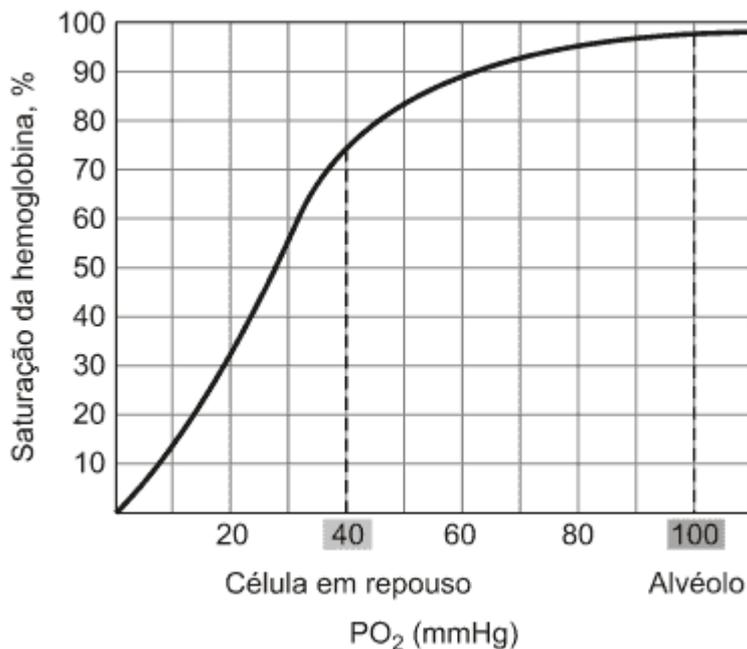
Sobre o sistema respiratório humano e as estruturas que o representam na demonstração, é correto afirmar que

- a. o movimento da mão esticando a borracha corresponde ao relaxamento do diafragma, em resposta a estímulos de quimiorreceptores localizados no bulbo, que detectam a baixa concentração de  $\text{O}_2$  no sangue e promovem a inspiração.

- b. o movimento da mão esticando a borracha corresponde à contração do diafragma, por ação do bulbo quando o pH do sangue circulante diminui em razão da formação de ácido carbônico no plasma.
- c. a garrafa pet corresponde à pleura, membrana dupla que envolve os pulmões e que apresenta quimiorreceptores sensíveis à variação de  $O_2$  e  $CO_2$  nos capilares alveolares, desencadeando os movimentos de inspiração e expiração.
- d. a garrafa pet corresponde à parede da caixa torácica que, ao manter o volume torácico constante, permite que os pulmões, representados pelos balões, se inflam na inspiração e se esvaziam na expiração, expulsando o ar rico em  $CO_2$
- e. os tubos que penetram na garrafa correspondem à traqueia e aos brônquios que, embora não apresentem movimentos de contração e relaxamento, favorecendo a movimentação do ar nas vias respiratórias, possuem válvulas que impedem a mistura do ar rico em  $O_2$  com o ar rico em  $CO_2$

#### 40. UNIOESTE 2012

O relacionamento físico entre a pressão de oxigênio ( $PO_2$ ) e a ligação do oxigênio com a hemoglobina podem ser estudados por pesquisadores *in vitro* nos laboratórios. O resultado deste estudo é a curva de dissociação do oxigênio da hemoglobina, representada no gráfico abaixo.



Sobre esta curva, analise as afirmativas abaixo e assinale a alternativa que corresponda somente a afirmativas INCORRETAS.

- I. Na  $PO_2$  alveolar e arterial normal, cerca de 98% das hemoglobinas estão ligadas ao  $O_2$
- II. Com a elevação da  $PO_2$  (mmHg) ocorre uma diminuição na saturação da hemoglobina.
- III. Na  $PO_2$  da célula em repouso, cerca de 72% do oxigênio ligado às hemoglobinas servem como reservatório para as células, caso seu metabolismo aumente.
- IV. Redução na  $PO_2$  de 60 para 40 mmHg produz menor dissociação do oxigênio da hemoglobina do que a redução da  $PO_2$  de 80 para 60 mmHg.

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

#### 41. UFPEL 2005

Nos humanos, o processo de respiração é do tipo pulmonar e envolve o sistema circulatório, pois os gases são transportados, através dos vasos sanguíneos, dos pulmões para os tecidos e dos tecidos de volta para os pulmões.

Existem diferentes tipos de respiração para outros animais, como a aérea, a branquial e a cutânea. No entanto, independente do animal e do tipo de respiração, o oxigênio, ao chegar as células dos tecidos, participa de um processo chamado de respiração celular, ou seja, o processo de produção de energia para a célula (ATP).

Analise as seguintes afirmativas.

I. No processo de respiração, ocorre a difusão de CO<sub>2</sub> dos tecidos para o sangue e de O<sub>2</sub> do sangue para os tecidos. O sangue, ao passar pelos pulmões, faz a troca gasosa: deixa o CO<sub>2</sub> e recebe O<sub>2</sub>. Em alguns animais, porém, o sistema circulatório não participa da condução dos gases nem das trocas gasosas.

II. A respiração aérea é realizada por insetos; a branquial, pelos peixes; a cutânea, pelos anelídeos e a pulmonar, pelos mamíferos.

III. A respiração celular, nos eucariotos aeróbicos, se processa com a participação de mitocôndria. Nessa organela, ocorrem o ciclo de Krebs e a cadeia respiratória, sendo que o oxigênio participa diretamente apenas da última etapa dessa cadeia.

IV. No ser humano, o sistema respiratório é composto pelas vias respiratórias e pelos pulmões. Nesses órgãos, as trocas gasosas ocorrem nos alvéolos, que são estruturas formadas por células epiteliais.

V. As hemácias são anucleadas e contêm, no seu interior, a hemoglobina. Esta proteína possui ferro, ao qual o oxigênio se liga para ser transportado pelo sangue. Já o dióxido de carbono, em sua maior parte, é transportado dissolvido no plasma sanguíneo, sob a forma de íons bicarbonato.

Está(ão) correta(s):

- a. apenas II, III e V.
- b. apenas I e IV.
- c. apenas I, II e V.
- d. I, III e V.
- e. todas as afirmativas.

#### 42. UNEB 2014

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Em média, os seres humanos respiram automaticamente 12 vezes por minuto e esse ciclo, em conjunto com os batimentos cardíacos, é um dos dois ritmos biológicos vitais. O cérebro ajusta a cadência da respiração às necessidades do corpo sem nenhum esforço consciente. Mas o ser humano tem a capacidade de deliberadamente prender a respiração por curtos períodos. Essa capacidade é valiosa quando se precisa evitar que água ou poeira invadam os pulmões, estabilizar o tórax antes do esforço muscular e aumentar o fôlego quando necessário para se falar sem pausas.

Muito antes que a falta de oxigênio ou excesso de dióxido de carbono possa danificar o cérebro, algum mecanismo, aparentemente, leva ao ponto de ruptura, além do qual se precisa desesperadamente de ar.

Uma explicação lógica hipotética para o ponto de ruptura é que sensores especiais do corpo analisam alterações fisiológicas associadas ao inspirar e expirar antes que o cérebro apague.

O ponto de ruptura é o momento exato em que uma pessoa em apneia precisa desesperadamente de ar. O treinamento da apneia pode ampliá-la, assim como a meditação, que inunda o corpo com oxigênio, eliminando o dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>.

(PARKES. 2013. p. 22-27).

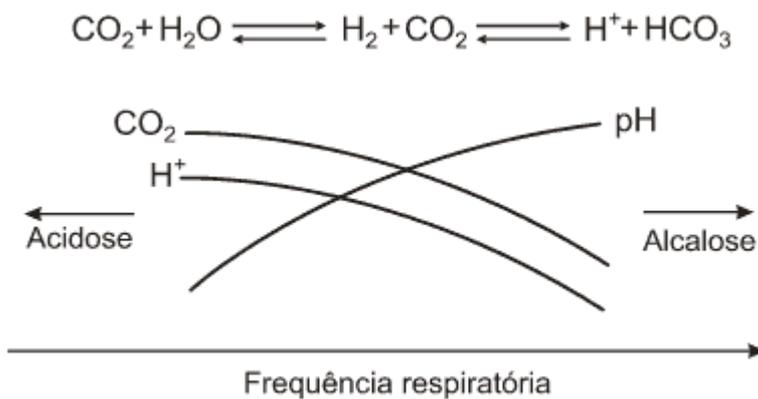
O controle nervoso da respiração é realizado pelo centro cardiorrespiratório localizado no bulbo raquidiano. Ele é alterado, dentre outros motivos, pelas variações da concentração de oxigênio e de dióxido de carbono, bem como do valor do pH do sangue.

Em relação a esse controle responsável pela manutenção da ventilação pulmonar em seres humanos, é correto afirmar:

- a. A capacidade de prender a respiração por longos períodos é dependente exclusivamente da ação do sistema nervoso autônomo.
- b. O centro cardiorrespiratório é capaz de regular a intensidade ventilatória dos pulmões sem a intervenção de uma ação voluntária nervosa.
- c. A renovação de água rica em oxigênio presente nos alvéolos pulmonares é condicionada pelo estímulo sensorial gerado pelo bulbo raquidiano.
- d. Os ritmos biológicos vitais promovem e regulam os batimentos cardíacos responsáveis por impulsionar os movimentos ventilatórios de inspiração e expiração.
- e. Durante o mergulho, a necessidade de oxigenação dos tecidos é limitada devido à presença do ambiente aquático, o que permite um aumento do tempo de permanência submerso.

#### 43. UESC 2011

O gráfico expressa a relação entre a frequência respiratória humana e a variação do pH sanguíneo como consequência da produção de íons bicarbonato, a partir da concentração de  $\text{CO}_2$  presente no sangue.



Em relação a esses dados e com base nos conhecimentos sobre fisiologia da respiração, identifique com V as afirmativas verdadeiras e com F, as falsas.

- ( ) O aumento da frequência respiratória faz deslocar o equilíbrio de formação de íons bicarbonato para o consumo de  $\text{H}^+$ , aumentando, assim, o pH sanguíneo.
- ( ) A diminuição da frequência respiratória favorece o aumento da acidose sanguínea por provocar consumo excessivo do gás carbônico nas reações bioenergéticas.
- ( ) A produção de íons bicarbonato é diretamente proporcional ao aumento do pH sanguíneo durante o processo de alcalose.
- ( ) Durante a diminuição da concentração de gás carbônico no sangue, o equilíbrio na formação de íons bicarbonato é deslocado para a produção de água e  $\text{CO}_2$ , com consequente aumento do pH sanguíneo.

A alternativa que contém a sequência correta, de cima para baixo, é a

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

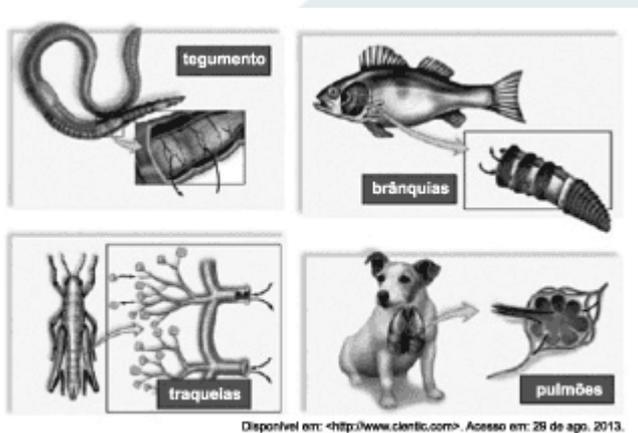
#### 44. UECE 2014

O aparecimento do oxigênio na atmosfera da Terra provocou diversas alterações na vida terrestre, uma vez que diversos seres vivos não adaptados a esse novo ambiente morreram, enquanto outros desenvolveram estratégias para utilizar esse gás, de maneira eficiente. Com relação à respiração aeróbica, assinale a afirmação correta.

- a. Em certos animais, a superfície do corpo pode funcionar como órgão de trocas gasosas, com difusão direta dos gases, sem necessidade de um sistema respiratório diferenciado, como é o caso dos moluscos.
- b. Os insetos apresentam um sistema respiratório baseado em uma rede externa de canais (traqueias) que se comunicam diretamente com as células por meio de fluido circulante.
- c. Nos peixes, as brânquias se encontram protegidas por estruturas denominadas opérculos, formadas por uma grande quantidade de lamelas pouco vascularizadas, mas que, no seu conjunto, representam uma extensa área de contato com a água.
- d. Os pulmões são as estruturas respiratórias presentes em anfíbios, répteis, aves e mamíferos, que independentemente de sua morfologia, proporcionam aumento da área superficial relacionada às trocas gasosas.

#### 45. CEFET-MG 2014

Analise os diferentes tipos de adaptações dos animais representados abaixo.



A respeito desses sistemas respiratórios, é INCORRETO afirmar que em animais com:

- a. respiração aérea, as trocas gasosas ocorrem por meio de pulmões e traqueias.
- b. pele permeável, a oxigenação do sangue acontece a partir da periferia do corpo.
- c. circulação fechada, o oxigênio vai para a corrente sanguínea pelo processo de difusão.
- d. traqueias, o oxigênio é levado para o sangue dos tecidos ao longo das várias partes do corpo.
- e. brânquias, o oxigênio dissolvido na água é captado pelo fluxo contracorrente nesses órgãos.

#### 46. PUCMG 2007

Precisamos respirar a cada minuto de nossas vidas, mas não nos preocupamos com a nossa necessidade de respirar e nem mesmo pensamos sobre isso frequentemente. Sobre esse assunto, assinale a afirmativa INCORRETA.

- a. Respirar é uma função controlada pelo sistema nervoso, podendo ser afetada pelo sistema endócrino.
- b. O aumento da frequência respiratória normalmente está acompanhado pelo aumento da taxa circulatória.
- c. A hematose é um processo contínuo podendo ser favorecida pelo aumento da frequência respiratória.
- d. O padrão de respiração ajusta-se facilmente em coordenação com outras atividades, como falar e comer.

**GABARITO:** 1) b, 2) b, 3) e, 4) d, 5) c, 6) a, 7) a, 8) b, 9) d, 10) d, 11) d, 12) b, 13) d, 14) a, 15) d, 16) e, 17) b, 18) e, 19) d, 20) b, 21) c, 22) d, 23) a, 24) c, 25) a, 26) e, 27) c, 28) e, 29) c, 30) a, 31) c, 32) a, 33) c, 34) d, 35) d, 36) e, 37) d, 38) a, 39) b, 40) a, 41) e, 42) b, 43) b, 44) d, 45) d, 46) b,

