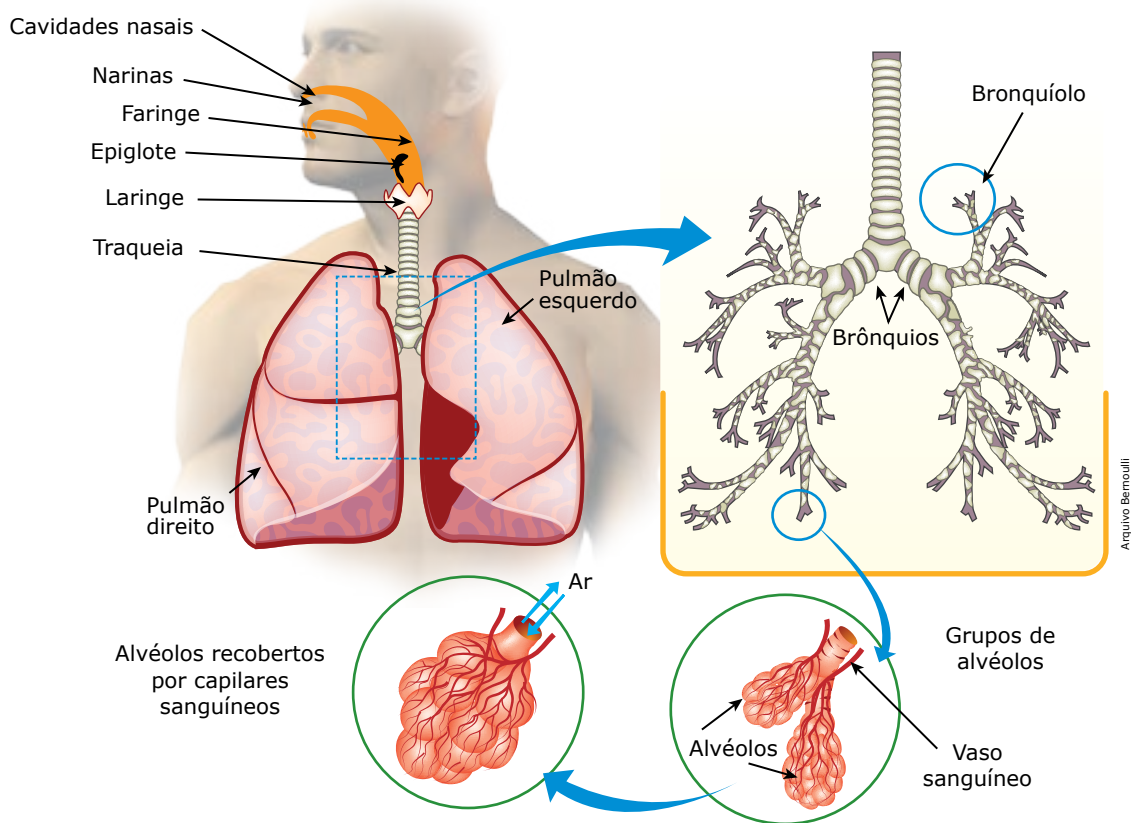


## Sistema Respiratório

### ANATOMIA E FISIOLÓGIA

O sistema respiratório humano é formado pelas vias aéreas e pelos pulmões. As vias aéreas, ou tubo aerífero, compreendem alguns órgãos intercomunicantes que têm como finalidade conduzir o ar do meio externo até os pulmões e vice-versa. Fazem parte das vias aéreas: cavidades nasais (fossas nasais), faringe, laringe, traqueia e brônquios. Os brônquios penetram nos pulmões, onde dão origem aos bronquíolos, que terminam em minúsculas cavidades chamadas alvéolos pulmonares.



*Sistema respiratório humano – Nos círculos, detalhes dos alvéolos recobertos por capilares sanguíneos (capilares alveolares). Nos alvéolos, ocorre a hematose, isto é, as trocas gasosas entre o ar e o sangue.*

As cavidades nasais encontram-se separadas por uma estrutura ósseo-cartilaginosa, o septo nasal. Comunicam-se com o meio externo através das narinas e com a faringe através de aberturas denominadas coanas. Nas cavidades nasais, pode-se constatar a presença de pelos, conhecidos por vibrissas, que têm a função de filtrar o ar, retendo micro-organismos e partículas sólidas nele suspensas.

A mucosa nasal, ou mucosa pituitária (revestimento das cavidades nasais), produz muco, que também retém micro-organismos e partículas diversas. Essa mucosa é ricamente vascularizada, o que permite o aquecimento do ar, facilitando, nos pulmões, a difusão do  $O_2$  para o sangue.

Ao passar pelas cavidades nasais, o ar é então aquecido e filtrado. Das cavidades nasais, através das coanas, o ar passa para a faringe.

A faringe é um órgão comum aos sistemas respiratório e digestório, uma vez que dá passagem ao ar e aos alimentos. Apesar de ser anatomicamente comum aos dois sistemas mencionados, fisiologicamente, a faringe não tem ação simultânea, já que o ato da deglutição inibe, automaticamente, a atividade respiratória, devido ao fechamento da glote (orifício que comunica a faringe com a laringe) pela epiglote. Da faringe, o ar passa para a laringe.

A laringe é um órgão tubular que se situa na parte anterior do pescoço. Além de fazer parte das vias aéreas, é também o órgão da fonação (produção da voz), já que nela encontram-se as pregas vocais, que são dobras da mucosa que revestem internamente o órgão. Assim, ao passar pela laringe, as correntes aéreas fazem as pregas vocais vibrarem e, em consequência disso, há produção de som. Esse som, normalmente, é moldado na cavidade bucal com auxílio da língua, dos maxilares e dos lábios, formando as palavras.

A continuação da laringe é a traqueia. Trata-se de um tubo com aproximadamente 12 cm de comprimento e 2 cm de diâmetro, tendo uma série de anéis cartilagosos, que a mantém sempre aberta. Internamente, ela é revestida por um epitélio pseudoestratificado ciliado com glândulas mucosas (células caliciformes): os cílios e o muco têm função de proteção e de limpeza. Na sua porção inferior, a traqueia bifurca-se, dando origem aos brônquios.

Os brônquios têm constituição semelhante à da traqueia. São condutos que penetram os pulmões, onde se ramificam até formarem túbulos de dimensões microscópicas, os bronquíolos.

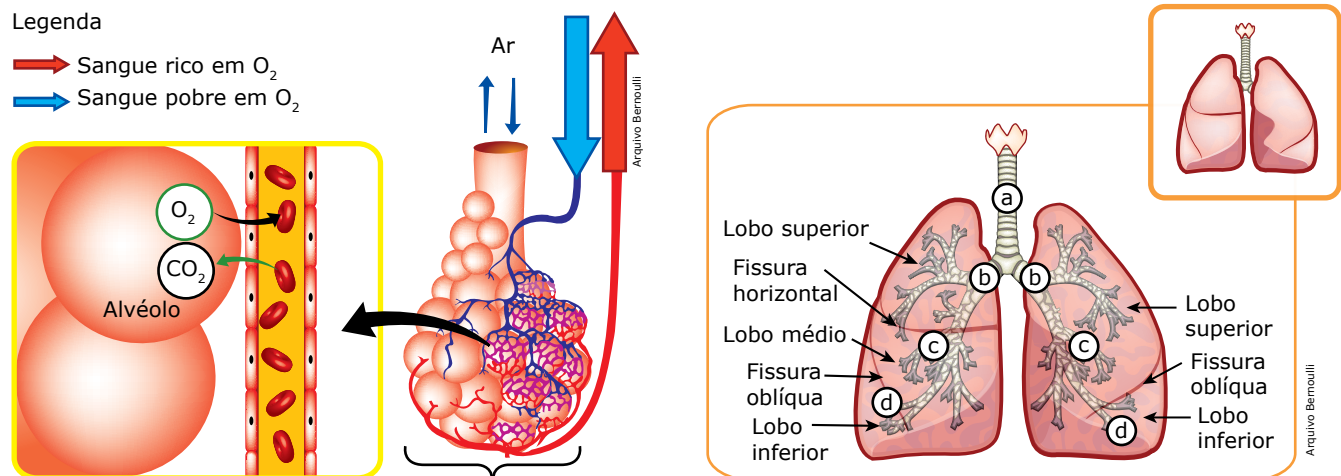
A traqueia, os brônquios e suas ramificações no interior dos pulmões formam a chamada árvore respiratória, e as ramificações dos brônquios, no interior dos pulmões, formam a árvore brônquica.

Os bronquíolos são as ramificações mais finas da árvore brônquica, que se abrem em sacos de dimensões microscópicas, denominados alvéolos pulmonares. Cada alvéolo pulmonar é uma minúscula cavidade delimitada por uma fina camada de tecido epitelial, ao redor do qual existem numerosos capilares sanguíneos, chamados de capilares alveolares. Cada pulmão é constituído por cerca de 150 milhões de alvéolos pulmonares.

Nos alvéolos pulmonares, ocorre a hematose, isto é, a oxigenação do sangue: o  $O_2$ , presente no ar inspirado, difunde-se para o interior dos capilares alveolares, enquanto o  $CO_2$ , presente na corrente sanguínea, difunde-se para o interior dos alvéolos e daí, junto com o ar expirado, é liberado no meio externo.

#### Legenda

- Sangue rico em  $O_2$
- Sangue pobre em  $O_2$

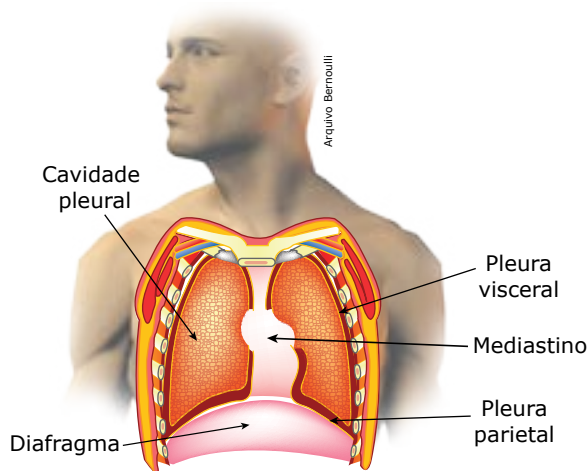


*Hematose nos alvéolos – Sangue venoso é rico em  $CO_2$  e pobre em  $O_2$ . Sangue arterial é pobre em  $CO_2$  e rico em  $O_2$ .*

*Pulmão – a. Traqueia; b. Brônquios; c. Pequenos brônquios; d. Bronquíolos.*

Cada pulmão humano tem aproximadamente 25 cm de comprimento e 700 g de peso. Devido ao grande número de alvéolos que possuem, os pulmões têm aspecto esponjoso. O direito é dividido em três lobos (superior, médio e inferior), separados entre si por fendas profundas, denominadas fissuras oblíqua e horizontal. O esquerdo é dividido em apenas dois lobos (superior e inferior), separados pela fissura oblíqua. Entre os dois há um espaço, denominado mediastino, ocupado pelo coração, por grandes vasos sanguíneos, pelo esôfago, por parte da traqueia e pelos brônquios. Em relação à sua posição, os pulmões estão alojados na caixa torácica, que é limitada, na frente, pelo osso esterno, atrás, pela coluna vertebral, nos lados, pelas costelas e, inferiormente, pelo músculo diafragma, onde estão apoiados.

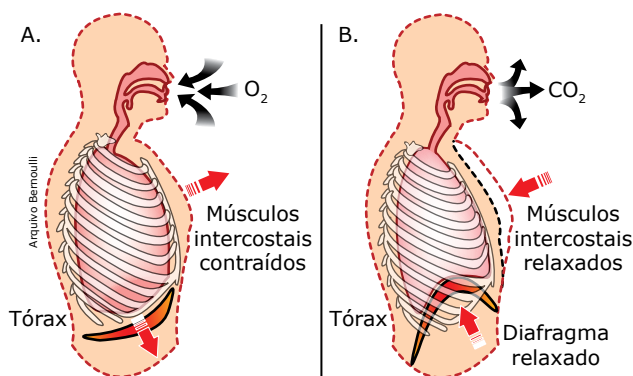
Revestindo e envolvendo os pulmões, encontram-se duas membranas superpostas, denominadas pleuras: uma interna (pleura visceral), em contato direto com o órgão, e outra externa (pleura parietal), em contato com a cavidade torácica. Entre as pleuras visceral e parietal, há um espaço, a cavidade pleural, contendo uma película de líquido de espessura capilar que permite o livre deslizamento de uma pleura sobre a outra nas constantes variações de volume da caixa torácica que ocorrem nos movimentos respiratórios.



Revestimentos dos pulmões.

## Movimentos respiratórios

Os movimentos respiratórios estão representados pela inspiração (entrada de ar nos pulmões) e pela expiração (saída de ar dos pulmões). A realização desses movimentos conta com a participação fundamental do diafragma (músculo que separa a cavidade torácica da cavidade abdominal) e dos músculos intercostais (músculos que se localizam entre as costelas). Esses músculos, conhecidos por músculos respiratórios, contraem-se e relaxam-se simultaneamente.



Variação da amplitude torácica nos movimentos respiratórios. A. inspiração; B. expiração.

Na inspiração, ocorre a contração dos músculos respiratórios. Com a contração, o diafragma desce, determinando um aumento do diâmetro vertical da caixa torácica. Por sua vez, a contração dos músculos intercostais "levanta" as costelas, acarretando um aumento do diâmetro horizontal da cavidade torácica. Com o aumento do volume dessa cavidade torácica, há uma diminuição da pressão interna do tórax (pressão intratorácica) em relação à pressão atmosférica (pressão externa). A pressão atmosférica, sendo maior do que a pressão intratorácica, empurra o ar atmosférico até o interior dos alvéolos pulmonares. Na expiração, ocorre exatamente o contrário: há o relaxamento do diafragma e dos músculos intercostais. Com esse relaxamento, o diafragma sobe, determinando uma diminuição do diâmetro vertical da caixa torácica. Por sua vez, o relaxamento dos músculos intercostais provoca o "abaixamento" das costelas, com conseqüente diminuição do diâmetro horizontal da cavidade torácica. Assim, temos uma diminuição do volume da cavidade torácica e, conseqüentemente, um aumento da pressão interna do tórax (pressão intratorácica) em relação à pressão atmosférica. A pressão intratorácica, tornando-se maior do que a pressão externa, empurra o ar para fora do organismo.

A inspiração e a expiração alternam-se ritmicamente. Cada inspiração seguida de uma expiração constitui um movimento respiratório. O número de movimentos respiratórios realizados em 1 minuto define a frequência respiratória. Numa eupneia (respiração normal), a frequência respiratória se mantém em torno de 16 a 20 movimentos/minuto. O aumento da frequência respiratória denomina-se taquipneia, e a diminuição, bradipneia.

Numa respiração normal, a cada movimento respiratório, um homem jovem inspira e expira, em média, cerca de 500 mL de ar. Essa quantidade de ar circulante nos pulmões, durante a respiração normal, chama-se ar corrente.

O volume de ar corrente que passa pelos pulmões em 1 minuto denomina-se ventilação pulmonar. Por exemplo: em uma pessoa com frequência respiratória de 16 movimentos por minuto, a ventilação pulmonar é de 8 000 mL (8,0 litros) de ar por minuto ( $500 \times 16 = 8\,000$ ).

O volume máximo de ar que pode ser inspirado (VI) e expirado (VE) em uma respiração forçada é denominado capacidade vital (CV). A nossa capacidade vital está em torno de 4,0 e 4,5 litros de ar, para um adulto jovem. Os pulmões, no entanto, contêm mais ar que sua capacidade vital, pois é impossível expirar a totalidade do ar contido nos alvéolos pulmonares. Mesmo quando se força ao máximo a expiração, ainda restam cerca de 1,5 litros de ar nos pulmões; esse é o ar residual ou volume residual (VR). Assim, a capacidade pulmonar total (CPT) é de cerca de 5,0 a 6,0 litros de ar.

Ao final de uma expiração, o espaço interno dos pulmões compreende um volume de 2 a 3 litros (capacidade residual funcional - CRF), sendo preenchido por uma quantidade de ar residual, que não é expirado, chamado de volume residual (VR). VR é sempre menor que CRF.

O controle do ritmo dos movimentos respiratórios é realizado pelo bulbo, órgão do SNC (sistema nervoso central) pertencente ao encéfalo. Através de nervos, o bulbo envia impulsos para os músculos respiratórios (diafragma e intercostais), estimulando a contração destes.

O controle do ritmo dos movimentos respiratórios é exercido involuntariamente pelo bulbo, sob influência da variação da concentração de  $\text{CO}_2$  e  $\text{O}_2$  no sangue. O ritmo respiratório é influenciado principalmente pela variação da concentração do  $\text{CO}_2$  no sangue. Quando essa taxa de  $\text{CO}_2$  aumenta (durante uma atividade muscular intensa, por exemplo), ocorre uma redução do pH sanguíneo, que é percebida pelo bulbo. Este, então, é estimulado a enviar mais impulsos nervosos para os músculos respiratórios, intensificando suas contrações. Assim, o ritmo dos movimentos respiratórios também se intensifica, promovendo uma eliminação mais rápida de  $\text{CO}_2$  e uma maior captação de  $\text{O}_2$ .

O ritmo respiratório também pode ser acelerado em resposta a uma baixa concentração de  $\text{O}_2$  no sangue, que pode ocorrer, por exemplo, em locais de grande altitude, onde o ar atmosférico é mais rarefeito. Entretanto, ao contrário do que acontece com o  $\text{CO}_2$ , o  $\text{O}_2$  não atua diretamente sobre os centros respiratórios do bulbo, e sim sobre quimiorreceptores localizados nas paredes das artérias aorta e carótidas (ramos da artéria aorta que levam sangue para a cabeça). Esses quimiorreceptores sensibilizam-se quando o nível de  $\text{O}_2$  no sangue se reduz, produzindo impulsos que são enviados ao bulbo. Ao receber esses impulsos, o bulbo envia um maior número de impulsos nervosos para os músculos respiratórios, intensificando, assim, o ritmo dos movimentos respiratórios.

Esses dois mecanismos que acabamos de ver, evidentemente, são involuntários, embora os movimentos respiratórios também possam ser controlados voluntariamente, até certo limite. De fato, você pode “prender a respiração” ou respirar mais rapidamente se assim o quiser. Porém, essa atividade tem um limite. Se um indivíduo parar de respirar voluntariamente por um tempo exageradamente longo, o estímulo do bulbo pelo acúmulo de  $\text{CO}_2$  no sangue será tal que, a partir de certo instante, se tornará impossível continuar na intenção inicial. O indivíduo inspirará involuntariamente. Enquanto a respiração encontra-se presa, não ocorre eliminação de  $\text{CO}_2$  do corpo. Logo, a concentração desse gás no sangue aumenta rapidamente, sensibilizando de forma cada vez mais intensa o bulbo. Em consequência, a respiração é estimulada de tal maneira que o indivíduo não consegue mais segurar o fôlego, passando, inevitavelmente, a respirar.



#### Sistema respiratório

Nesse objeto de aprendizagem, você terá a oportunidade de interagir com os órgãos que compõem o sistema respiratório, visualizar a ocorrência da hematose nos alvéolos pulmonares e reconhecer o funcionamento dos movimentos de inspiração e de expiração. Bom trabalho!

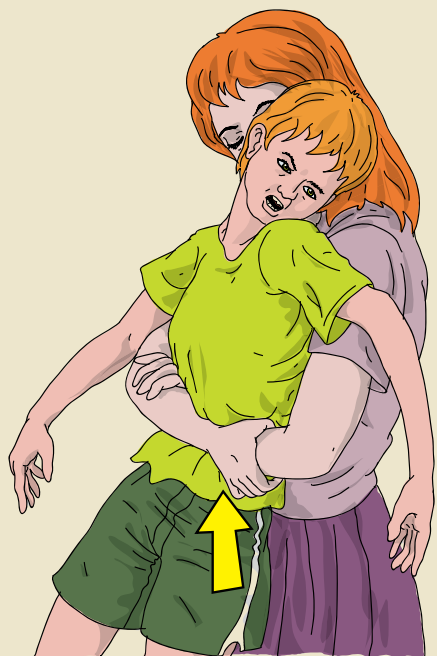


## ENGASGAMENTO

O engasgamento resulta da penetração de partículas de alimento ou algum objeto nas vias respiratórias, devido ao não fechamento correto da glote no ato da deglutição. A consequência é a obstrução total ou parcial das vias respiratórias, impedindo a pessoa de respirar ou fazendo com que ela respire com dificuldade.

Além da impossibilidade de respirar, a vítima do engasgamento também não consegue falar, tossir e, normalmente, leva as mãos à garganta. É uma situação que exige um socorro imediato, porque, em pouco tempo, a vítima pode perder a consciência e morrer sufocada.

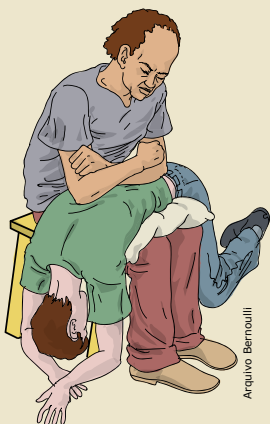
O socorro imediato é feito de forma diferenciada, conforme a vítima seja adulto ou criança, ou esteja consciente ou inconsciente. Veja as ilustrações a seguir:



*Engasgamento com a vítima consciente (adultos e crianças maiores) – Posicione-se por trás da vítima, com os braços em volta de sua cintura, de modo que suas mãos se encontrem logo acima do umbigo. Com as mãos presas logo acima da cintura da pessoa, faça compressões rápidas e fortes de baixo para cima. Caso a vítima seja uma mulher grávida, faça as compressões mais acima (na base do tórax). Repita essas compressões quantas vezes forem necessárias, pois tais movimentos aumentam a pressão intratorácica, expelindo o objeto para fora. Caso o objeto não saia e a vítima esteja respirando, leve-a imediatamente ao pronto-socorro.*



Engasgamento com a vítima inconsciente (adultos e crianças maiores) – Deite a vítima de barriga para cima. Após se debruçar sobre o corpo do indivíduo, com um joelho de cada lado, puxe o queixo da pessoa para frente e procure visualizar o objeto que está causando o engasgamento. Se estiver visível, cuidadosamente, tente retirá-lo. Caso não consiga, apoie suas mãos na região abdominal da vítima (logo acima do umbigo) e faça compressões rápidas de baixo para cima. Se esse procedimento não der resultado, tente o que está ilustrado na figura a seguir:



Engasgamento com a vítima inconsciente (adultos e crianças maiores) – Sente-se em uma cadeira e coloque uma almofada (ou travesseiro) sobre os seus joelhos. Coloque a vítima de bruços sobre a almofada, de modo que a cabeça dela fique para baixo. Pressionando as costas da pessoa, faça com que o abdome e o tórax dela sejam comprimidos contra os seus joelhos.

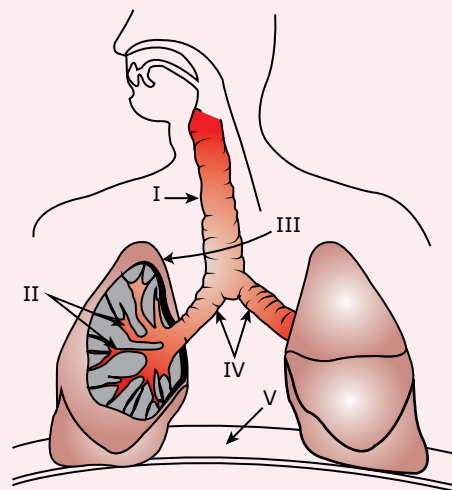


Engasgamento em bebês e crianças pequenas – Sente-se em uma cadeira e coloque o bebê de barriga para baixo, apoiando-o em um de seus braços, de modo que a mão desse braço segure o queixo da criança. A cabeça do bebê deve ficar em posição mais baixa. Com a outra mão, faça compressões firmes nas costas da vítima.

## EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (UFV-MG) Observe o esquema representado a seguir, de parte do sistema respiratório humano, e assinale a alternativa incorreta.



- A) O ar chega aos pulmões pelo esôfago, indicado por I.
- B) O diafragma, indicado por V, auxilia nos movimentos respiratórios.
- C) Os pulmões e os brônquios estão indicados por III e IV, respectivamente.
- D) Embora não esteja indicada, a laringe se localiza acima da traqueia.
- E) Os bronquíolos, indicados por II, conduzem o ar aos alvéolos.

02. (FUVEST-SP) No homem, o controle dos movimentos respiratórios é exercido

- A) pelo cérebro.
- B) pelo cerebelo.
- C) pelo bulbo.
- D) pela medula.
- E) pela hipófise.

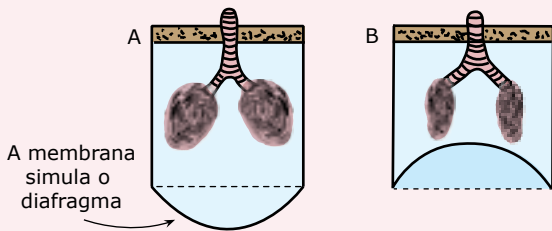
03. (PUC-SP) Considere as seguintes etapas do processo respiratório no homem:

- I. Produção de ATP nas mitocôndrias.
- II. Ocorrência de hematose no nível de alvéolos.
- III. Transporte de oxigênio aos tecidos pelas hemácias.

A ordem em que essas etapas se realizam, a partir do momento em que um indivíduo inspira o ar do ambiente, é

- A) I → II → III.
- B) II → I → III.
- C) II → III → I.
- D) III → I → II.
- E) III → II → I.

**04.** (PUC Minas) As figuras A e B procuram simular situações observadas durante a respiração.



Após análise dos eventos representados em A e B, podemos concluir que,

- A) em A, está ocorrendo inspiração, devido à diminuição da pressão atmosférica.
- B) em A, está ocorrendo inspiração, devido à diminuição da pressão interna.
- C) em B, está ocorrendo inspiração, devido ao aumento da pressão interna.
- D) em A, está ocorrendo expiração, devido ao aumento do volume pulmonar.
- E) em B, está ocorrendo expiração, devido à diminuição da pressão interna.

**05.** (UFAL) Considere os seguintes itens:

- I. Concentração de CO<sub>2</sub> no sangue.
- II. Ação do bulbo.
- III. Ritmo respiratório.

Nos mamíferos, quando I

- A) diminui, II promove o aumento de III.
- B) aumenta, II promove a diminuição de III.
- C) aumenta, II promove o aumento de III.
- D) é estável, II promove a diminuição de III.
- E) é estável, II promove o aumento de III.

## EXERCÍCIOS PROPOSTOS



**01.** (Unesp) O volume total de ar que cabe no sistema respiratório de um homem adulto, ao nível do mar, é cerca de 6 litros. Nessas condições, os pulmões de um indivíduo em repouso, a cada movimento respiratório, trocam com o meio exterior, em média, apenas 0,5 litros de ar. Essa quantidade de ar inspirado mistura-se ao ar retido nas vias aéreas e apenas parte dessa mistura chega aos alvéolos.

Desse modo, considerando a fisiologia e a anatomia do aparelho respiratório humano, é correto afirmar que, durante a inspiração, o ar que chega aos alvéolos possui

- A) maior concentração de CO<sub>2</sub> que aquela do sangue venoso.
- B) menor concentração de CO<sub>2</sub> que o ar atmosférico.
- C) maior concentração de O<sub>2</sub> que aquela do sangue arterial.
- D) maior concentração de CO<sub>2</sub> que aquele que havia sido expirado.
- E) menor concentração de O<sub>2</sub> que aquele que havia sido expirado.

**02.** (Vunesp) Respirar é uma ação automática. Nós respiramos enquanto estamos acordados ou dormindo sem que, para isso, tenhamos que fazer qualquer esforço consciente. Podemos variar o ritmo de respiração, como em geral acontece quando paramos para pensar sobre isso, e podemos conscientemente respirar mais profundamente." O que não podemos fazer é parar de respirar mais de um minuto. Se a respiração é contida por muito tempo, nosso encéfalo assume o controle enviando automaticamente impulsos nervosos ao diafragma e aos músculos intercostais, instruindo-os a se contraírem. O ritmo e a profundidade da respiração também são controlados quimicamente. Durante o esforço, os músculos aumentam a produção de gás carbônico, que começa a se acumular no sangue. O centro respiratório do bulbo detecta esse aumento e acelera o ritmo e a profundidade dos movimentos respiratórios de maneira a eliminar o excesso indesejável de gás carbônico através dos pulmões:

Responda:

- A) Por que respiramos diferentemente quando estamos dormindo e quando corremos?
- B) Qual o principal mecanismo que nosso corpo usa para informar a necessidade de mudar o ritmo respiratório?

**03.** (PUC RS) Considere as figuras a seguir, bem como seus conhecimentos a respeito dos músculos e dos processos envolvidos na ventilação pulmonar basal, que ocorre num estado de repouso.

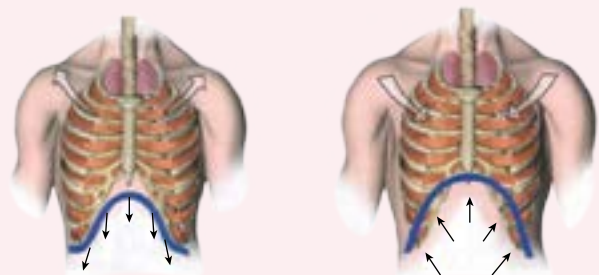


Figura 1

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.

- 04.** (UFRJ) O uso, por atletas, de câmaras e tendas que reproduzem as condições de treinamento em cidades e regiões de altitude é um dos temas polêmicos que vem sendo debatido pelos representantes da área médica do comitê executivo do Comitê Olímpico Internacional (COI).

O principal fator alterado nesses ambientes artificiais e o efeito produzido no organismo dos atletas que melhora o seu rendimento físico são, respectivamente,

- A) aumento da pressão parcial do oxigênio respirado e aumento do oxigênio dissolvido no plasma sanguíneo.
- B) rarefação do ar respirado e aumento do número de glóbulos brancos.
- C) menos oxigênio no ar respirado e aumento do número de glóbulos vermelhos.
- D) aumento da pressão atmosférica e aumento da concentração de oxigênio no sangue.
- E) redução da pressão atmosférica e aumento do oxigênio dissolvido no plasma sanguíneo.

- 05.** (UEL-PR) Nosso organismo é frequentemente exposto a agentes poluentes liberados na atmosfera. Para evitar a absorção de tais agentes contaminantes, nosso sistema respiratório apresenta mecanismos de filtração e produção de muco nas vias respiratórias superiores. Sobre o tema, é correto afirmar:

- A) O muco resulta do acúmulo de líquidos e de partículas inaladas da atmosfera e sua produção depende da umidade relativa do ar.
- B) A eficácia na remoção das partículas depositadas na parede das vias aéreas depende da atividade do sistema mucociliar.
- C) A respiração rápida e superficial estimula o acúmulo de partículas estranhas na região alveolar.

- D) O muco que recobre o epitélio pulmonar tem como função a hidratação das vias aéreas e pouco contribui para a sua limpeza.
- E) A viscosidade do muco depende da quantidade de partículas inaladas e independe do estado de hidratação do indivíduo.

- 06.** (Fatec-SP-2016) Dados divulgados pelo Ministério da Saúde, em 2015, indicam que o número de fumantes no Brasil caiu 31% nos últimos nove anos. No entanto, o país ainda apresenta cerca de 20 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

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

- 07.** (FGV) 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.

- A) Contração do diafragma; células sanguíneas vermelhas, responsáveis pelo transporte de gases respiratórios.
- B) Relaxamento do diafragma; células sanguíneas brancas, responsáveis pelo transporte de substâncias ingeridas.
- C) Contração do diafragma; ar proveniente do estômago e do esôfago, o qual contém resquícios do álcool ingerido.
- D) 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.

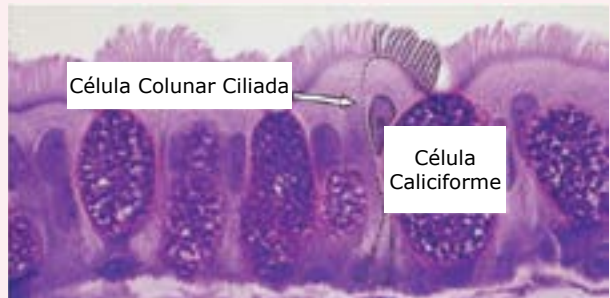
**08.** (UERJ) Exibido na televisão, o filme *Encontros e desencontros* mostra a personagem principal dentro de uma loja, numa crise de ansiedade aguda, queixando-se de falta de ar. É socorrido por seu irmão, que lhe coloca um saco de papel aberto sobre sua boca e seu nariz e manda que ele respire lentamente. Em pouco tempo, a personagem está melhor. O procedimento está correto e pode ser explicado, pois, à medida que ele respira lentamente dentro do saco, varia a concentração de um gás, que estimula diretamente, o bulbo, regulando os movimentos respiratórios. A variação do gás ocorrida dentro do saco de papel, e que permitiu a melhora da personagem, foi:

- A) Aumento da concentração de  $N_2$ .
- B) Aumento da concentração de  $O_2$ .
- C) Aumento da concentração de  $CO_2$ .
- D) Diminuição da concentração de  $O_2$ .
- E) Diminuição da concentração de  $CO_2$ .

**09.** (FCM-PB-2017) Mariza Silva, 13 anos de idade, pratica exercícios de natação há aproximadamente 2 anos. Durante uma das aulas, seu técnico solicitou que ela prendesse a respiração até o limite do suportável. O objetivo básico da respiração é a troca gasosa, que consiste na captação de oxigênio e eliminação de gás carbônico. Sabe-se que ao prender a respiração chega um determinado momento que não é mais possível sustentar a situação. Isso acontece devido ao aumento exacerbado de gás carbônico no sangue e que provoca uma reação imediata no centro respiratório. Pergunta-se: o centro respiratório encontra-se localizado:

- A) No pulmão, sob a influência de outras regiões do cerebelo.
- B) No telencéfalo e pulmões, sendo este innervado pelo nervo vago.
- C) No bulbo, sob a influência de outras regiões do tronco encefálico.
- D) No cérebro, que capta os impulsos sensitivos das articulações, tendões, músculos e receptores do equilíbrio.
- E) Na medula e corpos aórticos, sob a influência de outras regiões do telencéfalo.

**10.** (FGV) O epitélio respiratório humano é composto por células ciliadas e pelas células caliciformes produtoras de muco. A figura ilustra tal organização histológica em um brônquio humano.



Disponível em: <<http://medicinestuff.tumblr.com/post/949709042/epitelio-respiratorio>>.

A destruição dos cílios bronquiolares, promovida pelo alcatrão presente na fumaça do cigarro, propicia

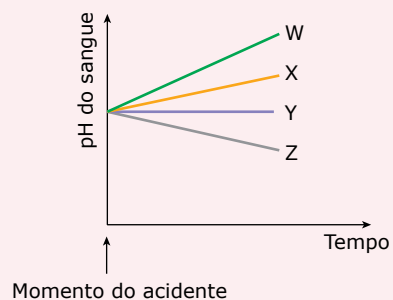
- A) o impedimento da ventilação pulmonar em decorrência da obstrução da traqueia.
- B) uma maior absorção da nicotina realizada pelo muco nos alvéolos.
- C) a diminuição da atividade dos glóbulos brancos que atuam nos brônquios.
- D) a redução da hematose, em função da destruição dos capilares.
- E) a instalação de infecções respiratórias, devido à deficiência no transporte de muco.

**11.** (UERJ) 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 a seguir:



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

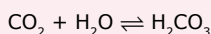
- A) W.
- B) X.
- C) Y.
- D) Z.



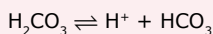
- 12.** (UEG-GO) As duas reações a seguir ilustram os principais equilíbrios envolvidos no tamponamento do sangue, sendo o bicarbonato o composto tampão mais significativo no sangue humano. Os outros agentes tamponantes incluem proteínas e ácidos orgânicos.

**Reação 1**

CO<sub>2</sub> gasoso dissolvido no sangue e a formação de ácido carbônico

**Reação 2**

Formação de ácido carbônico pela dissociação de H<sup>+</sup> do bicarbonato

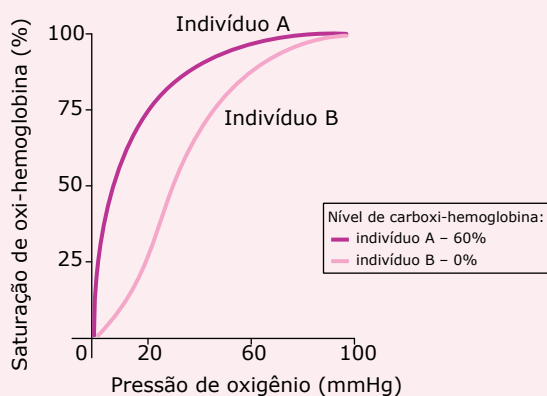


Sobre o sistema de tamponamento do sangue em humanos, pode-se afirmar:

- A obstrução pulmonar impede a expiração de CO<sub>2</sub>, causando acidose respiratória.
- A hiperventilação causa alcalose respiratória pelo aceleração no ganho de CO<sub>2</sub>.
- O CO<sub>2</sub> gasoso expirado pelos pulmões é produto do ganho de água pelo gás carbônico.
- A alcalose respiratória pode ser corrigida com NaHCO<sub>3</sub> intravenoso.

- 13.** (UERJ-2017) Em todo o mundo, o tabagismo é considerado a principal causa de morte evitável. Além dos prejuízos causados pela nicotina e outros componentes, os fumantes apresentam um acúmulo de monóxido de carbono CO no sangue, que pode levar à hipóxia, ou seja, menor oxigenação dos tecidos.

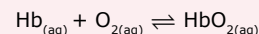
Considere, no gráfico, as curvas de saturação da oxihemoglobina de dois indivíduos, A e B, de mesmo sexo, idade, peso e altura. Um desses indivíduos não fuma e o outro é fumante crônico.



Com base na análise das curvas, identifique o indivíduo fumante. Explique, ainda, por que o acúmulo de CO pode levar à hipóxia nos tecidos. Sabendo que o CO pode se ligar à enzima citocromo-c-oxidase e inibi-la, indique a etapa do metabolismo aeróbico que será prejudicada pela presença desse gás e uma consequência direta de seu acúmulo para as células afetadas.

**SEÇÃO ENEM**

- 01.** (Enem-2015) Hipoxia ou mal das alturas consiste na diminuição de oxigênio (O<sub>2</sub>) no sangue arterial do organismo. Por essa razão, muitos atletas apresentam mal-estar (dores de cabeça, tontura, falta de ar, etc.) ao praticarem atividade física em altitudes elevadas. Nessas condições, ocorrerá uma diminuição na concentração de hemoglobina oxigenada (HbO<sub>2</sub>) em equilíbrio no sangue, conforme a relação:



*Mal da montanha.* Disponível em: <www.feng.pucrs.br>. Acesso em: 11 fev. 2015 (Adaptação).

A alteração da concentração de hemoglobina oxigenada no sangue ocorre por causa do(a)

- elevação da pressão arterial.
- aumento da temperatura corporal.
- redução da temperatura do ambiente.
- queda da pressão parcial de oxigênio.
- diminuição da quantidade de hemácias.

- 02.** (Enem) A adaptação dos integrantes da seleção brasileira de futebol à altitude de La Paz foi muito comentada em 1995, por ocasião de um torneio, como pode ser lido no texto a seguir:

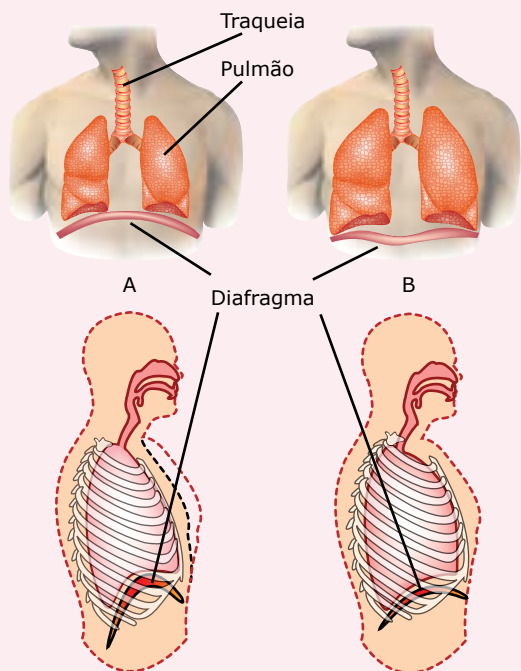
A seleção brasileira embarca hoje para La Paz, capital da Bolívia, situada a 3 700 m de altitude, onde disputará o torneio Interamérica. A adaptação deverá ocorrer em um prazo de 10 dias, aproximadamente. O organismo humano, em altitudes elevadas, necessita desse tempo para se adaptar, evitando-se, assim, risco de um colapso circulatório.

PLACAR. Fev 1995 (Adaptação).

A adaptação da equipe foi necessária, principalmente, porque a atmosfera de La Paz, quando comparada à das cidades brasileiras, apresenta

- menor pressão e menor concentração de oxigênio.
- maior pressão e maior quantidade de oxigênio.
- maior pressão e maior concentração de gás carbônico.
- menor pressão e maior temperatura.
- maior pressão e menor temperatura.

03. As figuras a seguir representam os movimentos respiratórios humanos, realizados com a participação do diafragma (músculo que separa a cavidade torácica da cavidade abdominal) e dos músculos intercostais (localizados entre as costelas).



No box a seguir, estão relacionados alguns fenômenos que ocorrem durante os movimentos respiratórios representados nas figuras A e B.

- |  |   |
|--|---|
| 1. "Abaixamento" das costelas          | 5. Elevação do diafragma                  |
| 2. Diminuição da pressão intratorácica | 6. Diminuição do volume da caixa torácica |
| 3. Contração do diafragma              | 7. Relaxamento do diafragma               |
| 4. Contração dos músculos intercostais | 8. Elevação das costelas                  |

A opção que correlaciona corretamente os números que indicam os fenômenos da tabela com movimentos respiratórios representados nas figuras é:

	Movimento A	Movimento B
A)	1, 5, 6 e 7	2, 3, 4 e 8
B)	2, 4 e 8	1, 3, 5, 6 e 7
C)	1, 3, 5 e 6	2, 4, 7 e 8
D)	2, 4, 7 e 8	1, 3, 5 e 6
E)	1, 2, 7 e 8	3, 4, 5 e 6

## GABARITO

Meu aproveitamento

### Aprendizagem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. A
- 02. C
- 03. C
- 04. B
- 05. C

### Propostos

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. C
- 02. A) Quando estamos dormindo, o metabolismo desacelera, a respiração produz menos CO<sub>2</sub> e o movimento respiratório é lento. Quando corremos, ocorre o oposto.
- B) O bulbo é estimulado quando a taxa de CO<sub>2</sub> no sangue é elevada ou a de O<sub>2</sub> é baixa. Uma vez sensibilizado, o bulbo aumenta o envio de impulso para os músculos respiratórios que, então, começam a se contrair e relaxar de forma mais rápida, aumentando o ritmo respiratório.
- 03. D
- 04. C
- 05. B
- 06. C
- 07. D
- 08. C
- 09. C
- 10. E
- 11. D
- 12. A
- 13. O fumante está representado na curva A. O CO se junta à hemoglobina formando a carboxi-hemoglobina que aumenta a afinidade da hemoglobina pelo oxigênio, diminuindo sua liberação para os tecidos. A etapa prejudicada é a cadeia respiratória. O descompasso leva à redução da síntese de ATP / interrupção no transporte de elétrons.

### Seção Enem

Acertei \_\_\_\_\_ Errei \_\_\_\_\_

- 01. D
- 02. A
- 03. A



Total dos meus acertos: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ %