

A respiração é o mecanismo que permite aos seres vivos extrair a energia química armazenada nos alimentos e utilizar essa energia nas diversas atividades metabólicas do organismo. A respiração ocorre ao mesmo tempo em dois níveis diversos: *a nível celular e ao nível de organismo.*

O processo que libera a energia química necessária ao metabolismo, através da quebra das cadeias de carbono, é a respiração celular. Já a respiração ao nível do organismo é a respiração orgânica, que compreende a captura do oxigênio do ambiente, o transporte deste gás até as células e a eliminação do gás carbônico produzido nas células.

O sistema respiratório humano é constituído por um par de pulmões e por vários órgãos que conduzem o ar para dentro e para fora das cavidades pulmonares. Esses órgãos são as fossas nasais, a faringe, a laringe, a traquéia, os brônquios, os bronquíolos e os alvéolos pulmonares, os três últimos localizados nos pulmões.

Os órgãos do Tubo Respiratório:

- **Fossas nasais:** são duas cavidades paralelas que começam nas narinas e terminam na faringe. Elas são separadas uma da outra por uma parede cartilaginosa denominada **septo nasal**. Em seu interior há dobras chamadas **cornetos nasais**, que forçam o ar a turbilhonar.

Possuem um revestimento dotado de células produtoras de muco e células ciliadas, também presentes nas porções inferiores das vias aéreas, como traquéia, brônquios e porção inicial dos bronquíolos. No teto das fossas nasais existem células sensoriais, responsáveis pelo sentido do olfato. Têm as funções de filtrar, umedecer e aquecer o ar.

- **Faringe:** é um canal comum aos sistemas digestório e respiratório e comunica-se com a boca e com as fossas nasais. O ar inspirado pelas narinas ou pela boca passa necessariamente pela faringe, antes de atingir a laringe.

- **Laringe:** é um tubo sustentado por peças de cartilagem articuladas, situado na parte superior do pescoço, em continuação à

faringe. O pomo-de-adão, saliência que aparece no pescoço, faz parte de uma das peças cartilaginosas da laringe.

A entrada da laringe chama-se **glote**. Acima dela existe uma espécie de “lingüeta” de cartilagem denominada **epiglote**, que funciona como válvula. Quando nos alimentamos, a laringe sobe e sua entrada é fechada pela epiglote. Isso impede que o alimento ingerido penetre nas vias respiratórias.

O epitélio que reveste a laringe apresenta pregas, “as cordas vocais”, capazes de produzir sons durante a passagem de ar.

- **Traquéia:** é um tubo de aproximadamente 1,5 cm de diâmetro por 10-12 centímetros de comprimento, cujas paredes são reforçadas por anéis cartilaginosos, de forma a manter o tubo traqueal sempre aberto. Bifurca-se na sua região inferior, originando os **brônquios**, que penetram nos pulmões.

Seu epitélio de revestimento muco-ciliar adere partículas de poeira e bactérias presentes em suspensão no ar inalado, que são posteriormente varridas para fora (graças ao movimento dos cílios) e engolidas ou expelidas.

- **Pulmões:** Os pulmões humanos são órgãos esponjosos, com aproximadamente 25cm de comprimento, sendo envolvidos por uma membrana serosa denominada pleura. Nos pulmões os brônquios ramificam-se profusamente, dando origem a tubos cada vez mais finos, os **bronquíolos**. O conjunto altamente ramificado de bronquíolos é a **árvore brônquica** ou **árvore respiratória**. Cada bronquíolo termina em pequenas bolsas formadas por células epiteliais achatadas (tecido epitelial pavimentoso) recobertas por capilares sanguíneos, denominadas alvéolos pulmonares.

- **Músculos Respiratórios:** A base de cada pulmão apóia-se no diafragma, órgão músculo-membranoso que separa o tórax do abdômen, presente apenas em mamíferos, promovendo, juntamente com os músculos intercostais, os movimentos respiratórios. Localizado logo acima do estômago, o nervo

frênico controla os movimentos do diafragma, enquanto os nervos intercostais são os responsáveis pelo controle dos movimentos dos músculos intercostais.

Fisiologia da Respiração - Ventilação pulmonar:

A inspiração, que promove a entrada de ar nos pulmões, dá-se pela contração da musculatura do diafragma e dos músculos intercostais. O diafragma abaixa e as costelas elevam-se, promovendo o aumento da caixa torácica, com conseqüente redução da pressão interna (em relação à externa), forçando o ar a entrar nos pulmões. A expiração, que promove a saída de ar dos pulmões, dá-se pelo relaxamento da musculatura do diafragma e dos músculos intercostais. O diafragma eleva-se e as costelas abaixam o que diminui o volume da caixa torácica, com conseqüente aumento da pressão interna, forçando o ar a sair dos pulmões.

Os principais centros nervosos que controlam o ritmo e a intensidade da respiração estão no bulbo raquiano e na protuberância ou ponte.

Transporte de gases respiratórios:

O transporte de gás oxigênio está a cargo da hemoglobina, proteína presente nas hemácias. Cada molécula de hemoglobina combina-se com 4 moléculas de gás oxigênio, formando a oxi-hemoglobina.

Nos alvéolos pulmonares o gás oxigênio do ar difunde-se para os capilares sangüíneos e penetra nas hemácias, onde se combina com a hemoglobina, enquanto o gás carbônico (CO₂) é liberado para o ar (processo chamado **hematose**).

Nos tecidos ocorre um processo inverso: o gás oxigênio dissocia-se da hemoglobina e difunde-se pelo líquido tissular, atingindo as células. A maior parte do gás carbônico (cerca de 70%) liberado pelas células no líquido tissular penetra nas hemácias e reage com a água, formando o ácido carbônico, que logo se dissocia e dá origem a íons H⁺ e bicarbonato (HCO₃⁻), difundindo-se para o plasma sangüíneo, onde ajudam a manter o grau de acidez do sangue.

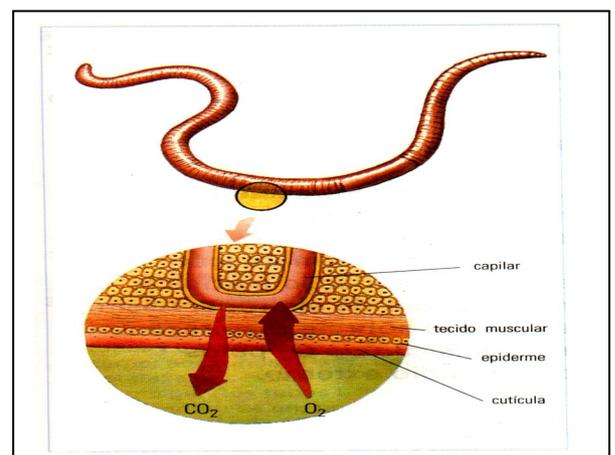
Cerca de 23% do gás carbônico liberado pelos tecidos associam-se à própria hemoglobina, formando a carboemoglobina. O restante dissolve-se no plasma.

OBS:

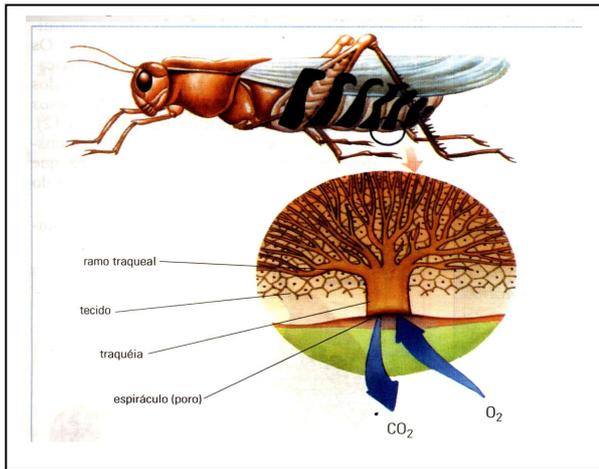
No mecanismo respiratório, os animais podem efetuar de diversas maneiras as trocas gasosas com o meio ambiente. Assim, de acordo com as estruturas envolvidas nos processos de aquisição de O₂ e eliminação de CO₂ podemos reconhecer cinco tipos de respiração:

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- **Cnidários e Espongiários** – respiração por difusão
- **Plánárias** – respiração cutânea direta
- **Minhocas** – respiração cutânea indireta
- **Moluscos** – respiração branquial (aquáticos) e respiração pulmonar (terrestres).
- **Insetos** – respiração traqueal
- **Aranhas** – respiração filotraqueal
- **Animais aquáticos** – respiração branquial
- **Peixes Dipnóicos** – pulmão primitivo
- **Animais terrestres** – respiração pulmonar

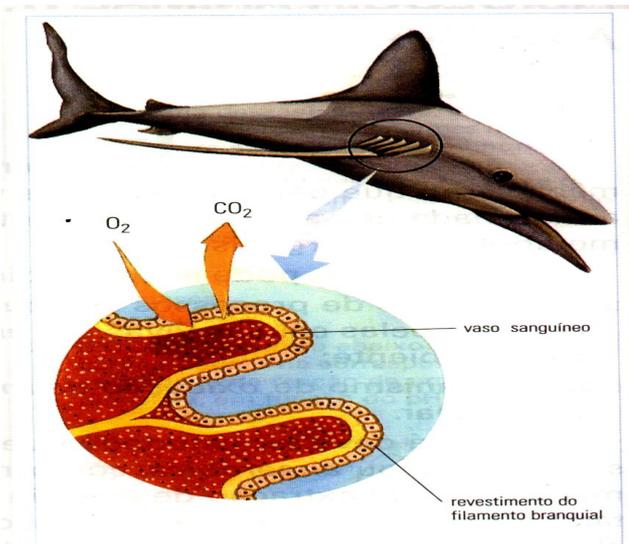
⇒ Sistema respiratório da minhoca



⇒ **Sistema respiratório de inseto**



⇒ **Sistema respiratório de tubarão**



A RESPIRAÇÃO HUMANA

Na espécie humana, os gases respiratórios percorrem uma série de órgãos que constituem o chamado tubo respiratório.

Os órgãos do tubo respiratório

Fossas Nasais _____

Faringe _____

Laringe _____

Traquéia _____

Brônquios _____

Pulmões _____

MECANISMOS RESPIRATÓRIOS

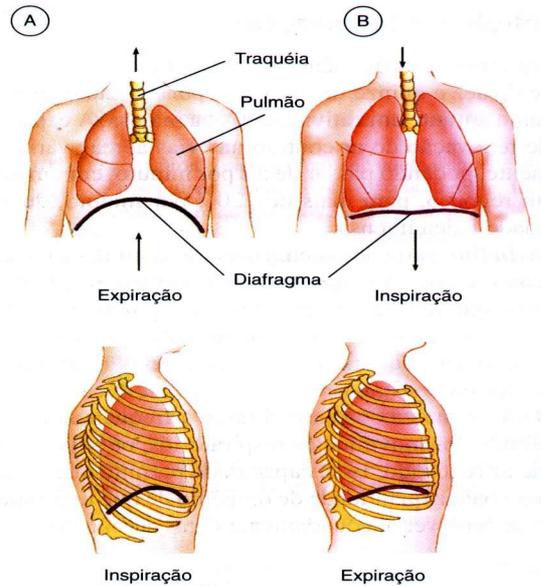


Figura 6 Ciclo respiratório: (a) expiração e (b) inspiração.

O oxigênio é transportado pelo sangue quase integralmente no interior das hemácias, combinando com a hemoglobina, formando a **oxiemoglobina**. Já o Gás carbônico é transportado de diversas formas:

- 5% dissolvido no plasma;
- 20% combinado com proteínas plasmáticas e com a hemoglobina (**carboemoglobina**);
- 70% sob a forma de íons bicarbonato no plasma. A enzima **anidrase carbônica** tem papel relevante na formação dos íons bicarbonato

Exercícios:

1) (UERJ) Exibido este ano na televisão, o filme “Encontros e Desencontros” mostra o 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, o 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 do personagem, foi:

- a) aumento da concentração de N₂.
- b) aumento da concentração de O₂.
- c) aumento da concentração de CO₂.
- d) diminuição da concentração de O₂.
- e) diminuição da concentração de CO₂.

2) (OSEC-SP) Um médico, ao ser chamado para atender uma vítima de afogamento, tinha a sua disposição três recipientes numerados cujos componentes e respectivas proporções eram as seguintes:

Recipiente I - 100% de O₂

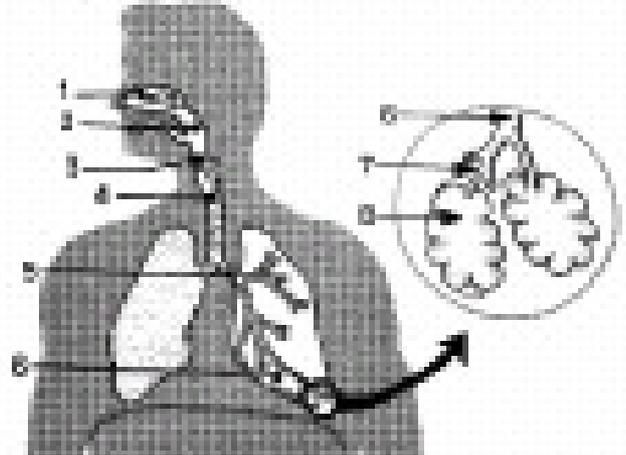
Recipiente II - 80% de N₂ e 20% de O₂

Recipiente III - 95% de O₂ e 5% de CO₂

O seu procedimento mais correto seria utilizar:

- a) a mistura do recipiente II, uma vez que o N₂ estimula o processo respiratório, atuando sobre o cerebelo.
- b) a mistura do recipiente III, uma vez que o CO₂ estimula o bulbo a restaurar os movimentos respiratórios.
- c) o gás do recipiente I, porque somente o oxigênio puro pode satisfazer às exigências respiratórias dos tecidos celulares.
- d) a mistura do recipiente II, porque a porcentagem de oxigênio é aproximadamente a mesma que a do ar que respiramos.
- e) o gás do recipiente I, porque o oxigênio puro estimula a medula óssea a produzir maior número de hemácias.

3) (CESGRANRIO-RJ) Nos esquemas anteriores o aparelho respiratório humano está sendo representado e neles são localizadas suas principais estruturas, tais como: vias aéreas superiores, traquéia, brônquios, bronquíolos, bronquíolos terminais e sacos alveolares, que se encontram numerados. Sobre este desenho são feitas três afirmativas:



I - Em 4, o ar passa em direção aos pulmões após ter sido aquecido em 1.

II - Em 6, o oxigênio do ar penetra nos vasos sanguíneos, sendo o fenômeno conhecido como hematose.

III - Em 8, o gás carbônico proveniente do sangue passa para o ar.

Assinale:

- a) se somente I for correta.
- b) se somente II for correta.
- c) se somente I e II forem corretas.
- d) se somente I e III forem corretas.
- e) se I, II e III forem corretas.

4) FUMO MATA 3 MILHÕES POR ANO DIZ A OMS

“O maior estudo já realizado sobre os efeitos do fumo nos últimos 50 anos concluiu que o tabagismo se tornou a maior causa de morte entre os adultos do primeiro mundo”.

(Folha de São Paulo - 20/09/94)

A longo prazo o fumo pode levar o indivíduo à morte. Além disso, a cada cigarro, o fumante absorve uma substância, o monóxido de carbono, que tem efeito nocivo imediato no organismo, já que:

- a) desnatura a hemoglobina, impossibilitando o transporte de oxigênio e gás carbônico.
- b) reage com a água, no plasma sanguíneo, produzindo ácido carbônico capaz de diminuir o pH do meio celular.
- c) ao associar-se com a hemoglobina, impede-a de realizar o transporte de oxigênio.
- d) ao combinar-se com a hemoglobina, impossibilita o transporte e a liberação do gás carbônico pelo organismo.
- e) ao combinar-se com o ácido carbônico no plasma, impede a liberação do oxigênio.

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

- I – Produção de ATP nas mitocôndrias.
- II – Ocorrência de hematose ao nível dos 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 ar do ambiente, é:

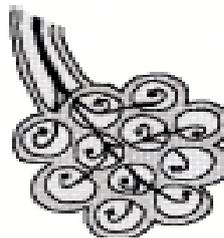
- a) I → II → III.
- b) II → I → III..
- c) II → III → I.
- d) III → I → II.
- e) III → II → I.

6) (UFPI) Um grupo de 12 pessoas permaneceu em uma sala pequena, pouco ventilada, por cerca de 1 hora. Muitos perceberam que sua frequência respiratória aumentou. Indique a alternativa que melhor explica a razão para isso.

- a) O ar na sala se tornou quente.
- b) A concentração de nitrogênio sanguíneo aumentou.
- c) A concentração de oxigênio no sangue aumentou.
- d) O volume sanguíneo aumentou.
- e) A concentração de dióxido de carbono do sangue aumentou.

7) (UFRJ) O Ministério da Saúde adverte: *“Fumar pode causar câncer de pulmão, bronquite crônica e enfisema pulmonar”*. Os maços de cigarros fabricados no Brasil exibem advertências como essa. O enfisema é uma condição pulmonar caracterizada pelo aumento permanente e

anormal dos espaços aéreos distais do bronquíolo terminal, causando a dilatação dos alvéolos e a destruição da parede entre eles e formando grandes bolsas, como mostram os esquemas a seguir: (Obs. As setas indicam o fluxo do ar).



Alvéolos normais



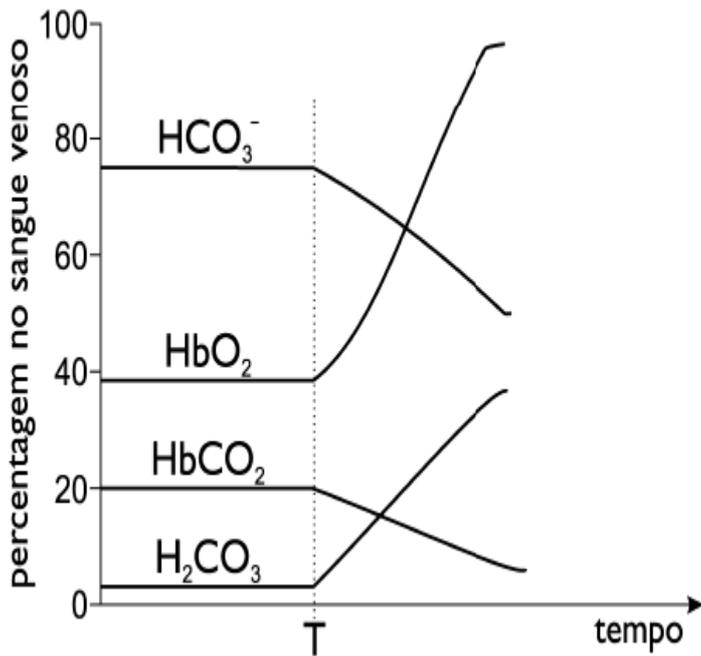
Enfisema

Explique por que as pessoas portadoras de enfisema pulmonar têm sua eficiência respiratória muito diminuída.

8) (Unicamp) Um atleta morador da cidade de São Vicente (SP), que fica ao nível do mar, deveria participar de um evento esportivo em La Paz (Bolívia), a 3650 metros de altitude. Foi sugerido que ele viajasse semanas antes para aquela cidade. Explique, em termos fisiológicos, o motivo dessa sugestão.

9) (Unicamp – modificada) A utilização e manipulação de materiais produzidos com amianto foram proibidas, pois esta substância é prejudicial à saúde das pessoas que trabalham na produção de caixas de água, telhas e revestimentos. As fibras de amianto, por serem finíssimas, quando inaladas penetram, por exemplo, nos pulmões, alojando-se nas estruturas responsáveis pelas trocas gasosas. Em que estrutura dos pulmões se alojam as fibras de amianto? Explique como se realizam as trocas gasosas.

10) (UERJ) O gás carbônico (CO₂) produzido nos tecidos é transportado pelo sangue venoso, para ser eliminado nos pulmões, sob as formas de CO₂ dissolvido, ácido carbônico (H₂CO₃), bicarbonato (HCO₃⁻) e carboaminohemoglobina (2 HbCO).



O gráfico acima representa as medidas de algumas dessas substâncias, bem como a saturação da hemoglobina pelo oxigênio (2 HbO), no sangue venoso de uma pessoa em repouso, respirando em duas situações:

1 - ar atmosférico (pressão parcial de oxigênio igual a 150 mmHg);

2 - oxigênio puro (pressão de oxigênio igual a 2.500 mmHg), a partir do momento T.

Nas duas situações, a porcentagem de HbO_2 no sangue arterial é de 100%.

a) Considere que o CO_2 liberado pelos tecidos, ao penetrar nas hemácias, forma rapidamente ácido carbônico por ação de enzima anidrase carbônica, que forma, por sua vez, bicarbonato. Estabeleça a relação entre a desoxigenação da hemoglobina que ocorre na situação 1 e a formação de bicarbonato.

b) Indique qual das formas de hemoglobina – oxigenada ou não-oxigenada – tem menor afinidade pelo CO_2 . Justifique sua indicação.

GABARITO

1) C

2) D

3) D

4) C

5) C

6) E

7) Com o rompimento das paredes dos alvéolos e a formação de grandes bolsas, a área efetiva de contato para as trocas gasosas diminui causando a deficiência respiratória.

8) Para o ar penetrar no tubo respiratório é necessário haver uma diferença entre a pressão atmosférica e a pressão existente no interior da cavidade torácica. Quanto menor a diferença entre as pressões citadas, menor a quantidade de ar que penetra. Entende-se, assim, a dificuldade que um indivíduo tem para respirar quando é transportado para regiões de altitude elevada, onde a pressão atmosférica é baixa e determina uma pequena penetração de ar nos pulmões. Nesses casos, o organismo, ao longo do tempo, adapta-se à baixa tensão de O₂, promovendo um considerável aumento no número de hemácias; esse fato permite que o pouco O₂ disponível seja mais bem aproveitado.

9) Nos alvéolos.

Processo de hematose – O O₂ do ar passa do alvéolo para o sangue nos capilares e o CO₂ do sangue para os alvéolos, por difusão ou diferença de concentração ou diferença de pressão.

10) a) A desoxigenação da hemoglobina favorece a produção de bicarbonato a partir de ácido carbônico.

b) Hemoglobina oxigenada.

O gráfico indica uma diminuição da proporção de carboaminohemoglobina à medida que a hemoglobina se satura de oxigênio.