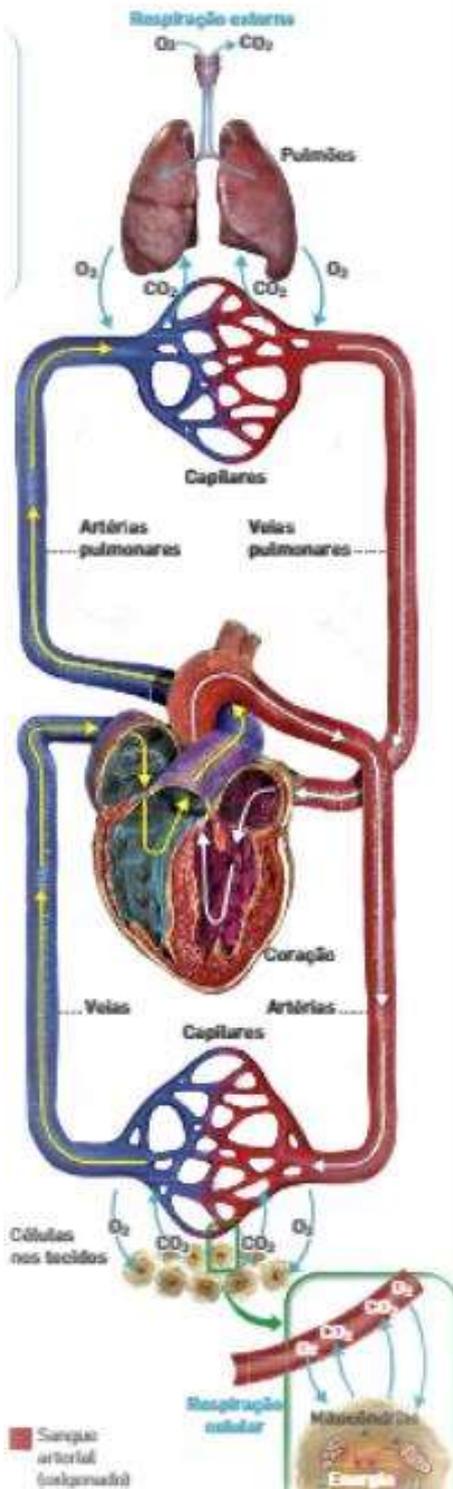


MORFOFISIOLOGIA DO APARELHO RESPIRATÓRIO

4. SISTEMA CARDIORRESPIRATÓRIO



4.2 Constituição e funcionamento do sistema respiratório

As células consomem oxigênio (O_2) durante a respiração celular e produzem dióxido de carbono (CO_2) como produto de excreção. O O_2 tem de ser fornecido de forma constante às células e o CO_2 tem de ser removido, pois a sua acumulação reduz o pH da linfa intersticial e do sangue, o que coloca em risco a sobrevivência do organismo.

O nosso organismo possui um sistema respiratório que garante a eficácia das trocas gasosas. A respiração externa ou pulmonar permite que o ar dos pulmões seja constantemente renovado, de modo a garantir o fornecimento de O_2 para o sangue e a remoção do CO_2 (fig. 19).

O sistema respiratório é constituído por boca, nariz (fossas nasais), faringe, laringe, traqueia, brônquios, bronquíolos, pulmões e diafragma (fig. 20).

Quando inspiramos, o ar entra no organismo pela boca ou pelas cavidades nasais. Depois passa para a faringe e segue para a laringe, onde se encontram as cordas vocais que podem produzir sons com a sua vibração.

A traqueia é o segmento seguinte do tubo que liga a laringe aos pulmões. A traqueia divide-se em dois brônquios na cavidade torácica, onde se encontram os pulmões.

Os brônquios dividem-se em canais mais estreitos e ramificados, designados por bronquíolos. Estes, por sua vez, dividem-se em tubos mais pequenos que se ligam aos sacos alveolares dos pulmões.

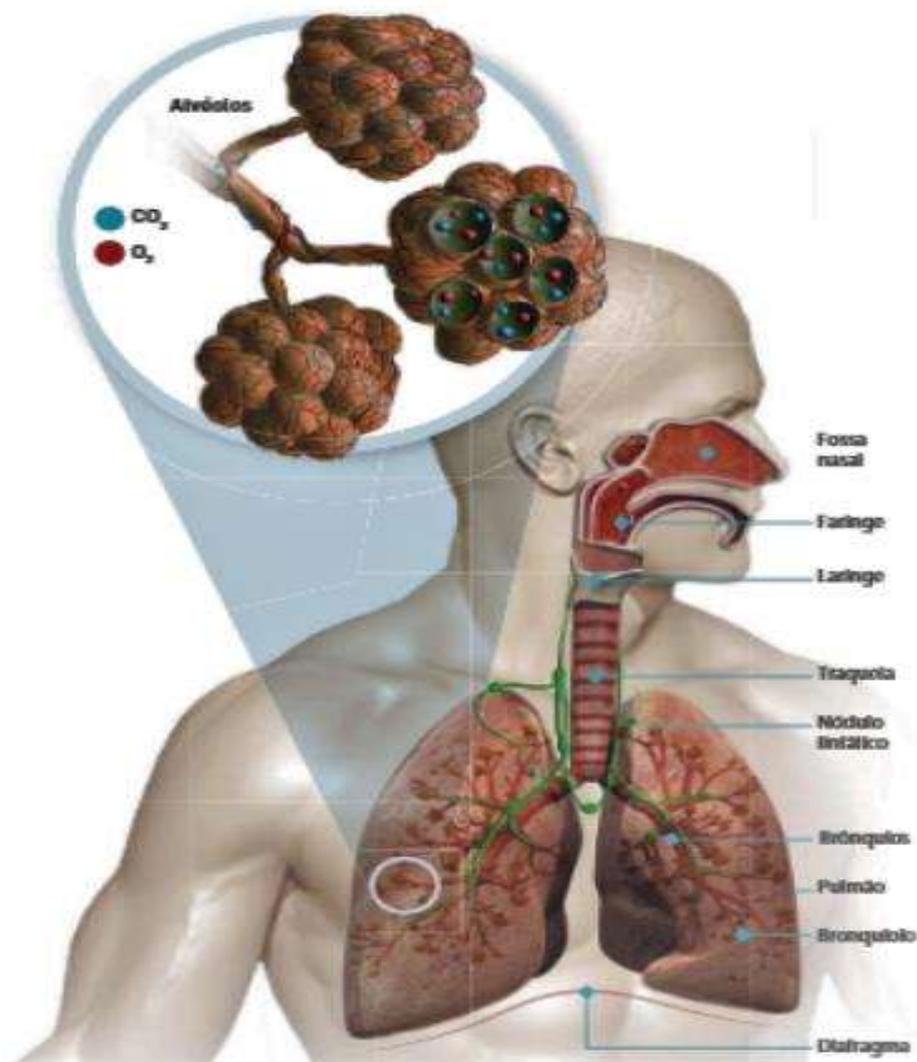
Existem nos nossos pulmões cerca de 600 milhões de sacos alveolares, rodeados por uma densa rede de capilares sanguíneos (fig. 20, pág. 115).

Quando expiramos, o ar segue o percurso inverso ao da inspiração, ou seja, dos alvéolos pulmonares até à boca ou nariz.

O diafragma é um conjunto de músculos que separa a cavidade torácica da cavidade abdominal e que são essenciais para a inspiração e a expiração, como iremos ver posteriormente.

Os pulmões estão envoltos por uma membrana dupla, designada pleura, que é semelhante a um "saco".

Antes de chegar aos pulmões o ar é aquecido, humidificado e filtrado das impurezas, poeiras e microrganismos que possa conter. Estes processos ocorrem em especial nas cavidades nasais, pelo que é importante inspirar pelo nariz.





Ventilação pulmonar

O ar dos pulmões é constantemente renovado através da **ventilação pulmonar**. Esta depende da ação conjunta dos **músculos intercostais** (situados entre as costelas) e do **diafragma**.

O modelo da figura 22 permite verificar que os balões dentro do frasco se enchem de ar quando puxamos a base do frasco (corresponde ao diafragma), aumentando o seu volume.

22 Modelo que permite simular a ventilação pulmonar.

Inspiração

- Os músculos intercostais contraem (o diafragma desce e a caixa torácica expande).
- O volume da caixa torácica aumenta.
- A pressão intrapulmonar baixa.
- Os gases atmosféricos entram nas vias respiratórias.



A caixa torácica expande em resultado da contração dos músculos intercostais e do diafragma.



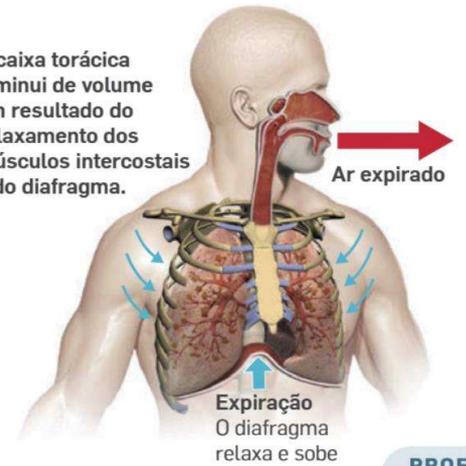
Expiração

- Os músculos intercostais relaxam (o diafragma sobe e a caixa torácica contrai).
- O volume da caixa torácica diminui.
- A pressão intrapulmonar aumenta.
- Os gases que estão nos pulmões saem para o exterior pelas vias respiratórias.

23 Ventilação pulmonar.



A caixa torácica diminui de volume em resultado do relaxamento dos músculos intercostais e do diafragma.



PROF

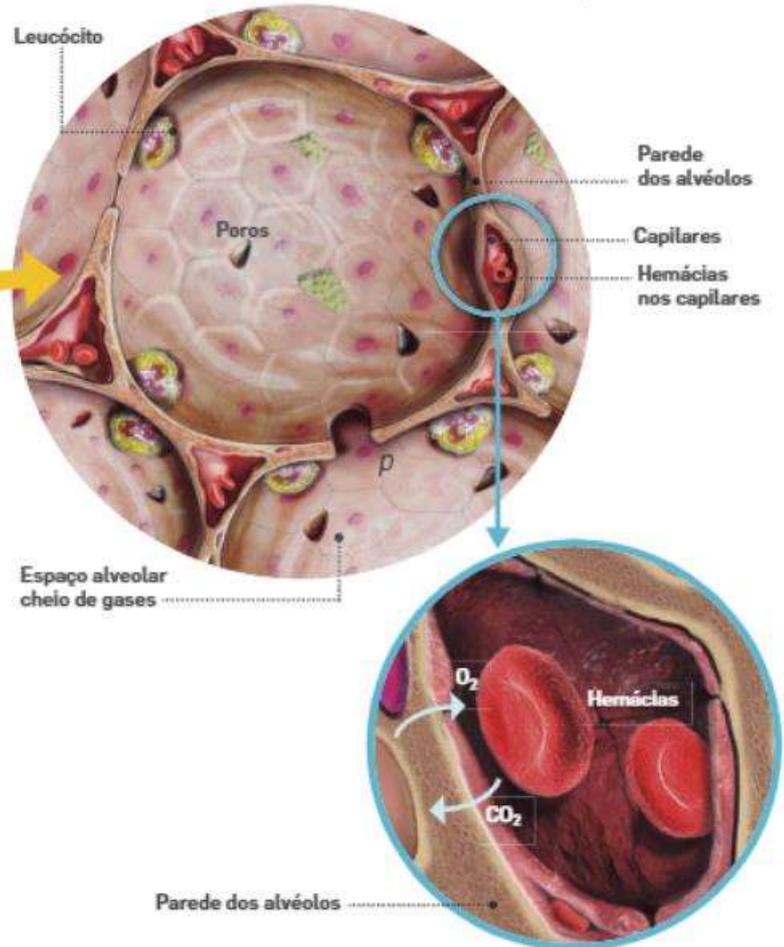
HEMATOSE PULMONAR

Os pulmões são muito eficientes na hematose alveolar, pois:

- possuem um grande número de ramificações que se dividem em pequenos e finos alvéolos, com uma grande superfície onde ocorrem as trocas gasosas (fig. 25);
- os alvéolos pulmonares são irrigados por uma densa rede de capilares, cujas paredes são formadas apenas por uma camada de células (fig. 25). Estas formam uma elevada superfície de contacto entre os capilares e os alvéolos pulmonares, aumentando as trocas gasosas;
- nos capilares sanguíneos, a circulação do sangue ocorre com reduzida velocidade, dando tempo para ocorrerem os movimentos de gases.



Corte de um alvéolo pulmonar



25 É nos alvéolos pulmonares que ocorre a hematose alveolar. Os leucócitos presentes nos alvéolos pulmonares fagocitam e digerem os agentes patogénicos.

Ao nível dos tecidos ocorre a **hematose tecidual**, que também é controlada pelas pressões do oxigénio e do dióxido de carbono. Como a pressão do oxigénio é menor nas células do que no sangue que as irriga, este gás difunde-se dos capilares para os tecidos. Pelo contrário, o dióxido de carbono difunde-se dos tecidos, onde a sua pressão é superior, para os capilares, onde a sua pressão é inferior. Nos tecidos o sangue arterial é convertido em sangue venoso.

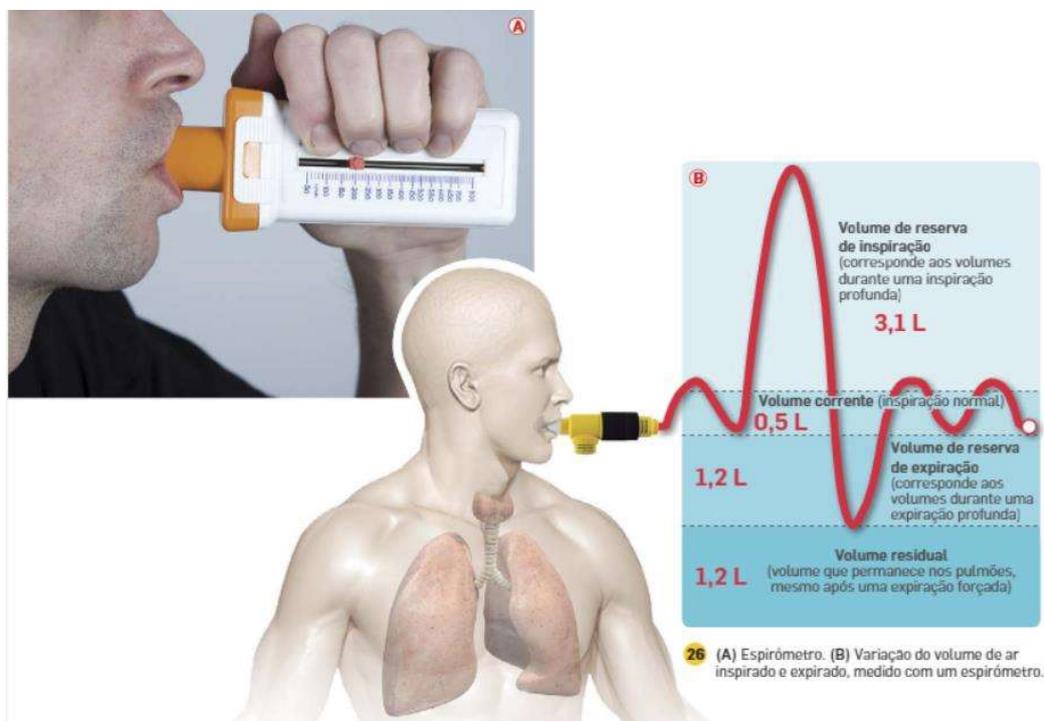
Fatores que afetam a ventilação pulmonar

O sistema respiratório adapta-se constantemente às exigências do organismo (p. ex., em situações de exercício físico), fornecendo as quantidades adequadas de oxigénio e, principalmente, removendo o dióxido de carbono do sangue, uma vez que a sua acumulação torna o sangue mais ácido e pode levar à morte.

Para garantir as trocas gasosas adequadas, o organismo controla os volumes de ar que inspira e expira, através da variação da:

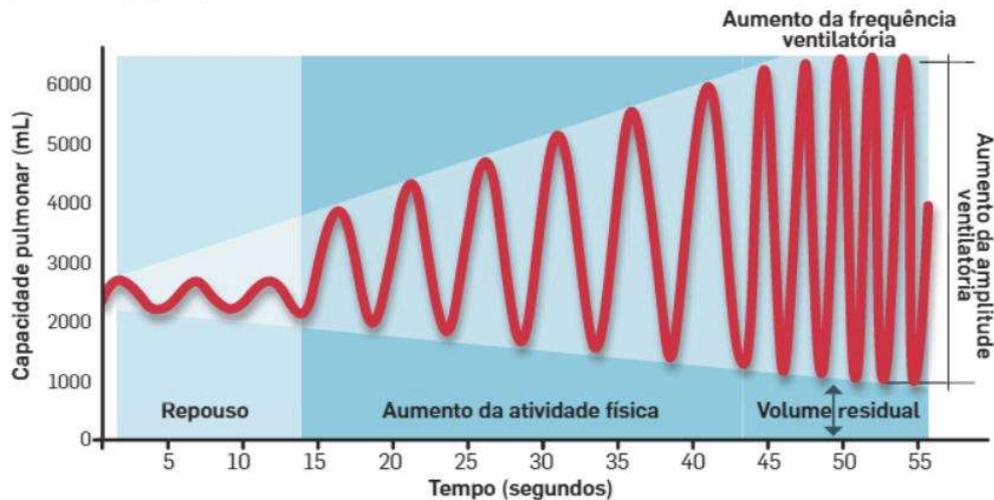
- **frequência ventilatória** – número de movimentos ventilatórios por minuto, sendo o valor normal num adulto em repouso cerca de 10 a 20 movimentos por minuto.
- **amplitude ventilatória** – volume de ar que é inspirado ou expirado em cada movimento.

É possível testar de forma simples e rápida a função pulmonar usando um espirómetro. Este aparelho mede os volumes de ar inspirado e expirado (fig. 26).



26 (A) Espirómetro. (B) Variação do volume de ar inspirado e expirado, medido com um espirómetro.

Durante o **exercício físico**, as células musculares degradam glicose para produzir energia, consumindo oxigénio e produzindo dióxido de carbono. Para garantir o fornecimento de oxigénio e a remoção rápida do dióxido de carbono, o organismo aumenta mais de três vezes a frequência pulmonar e mais de cinco vezes a amplitude pulmonar (fig. 27).



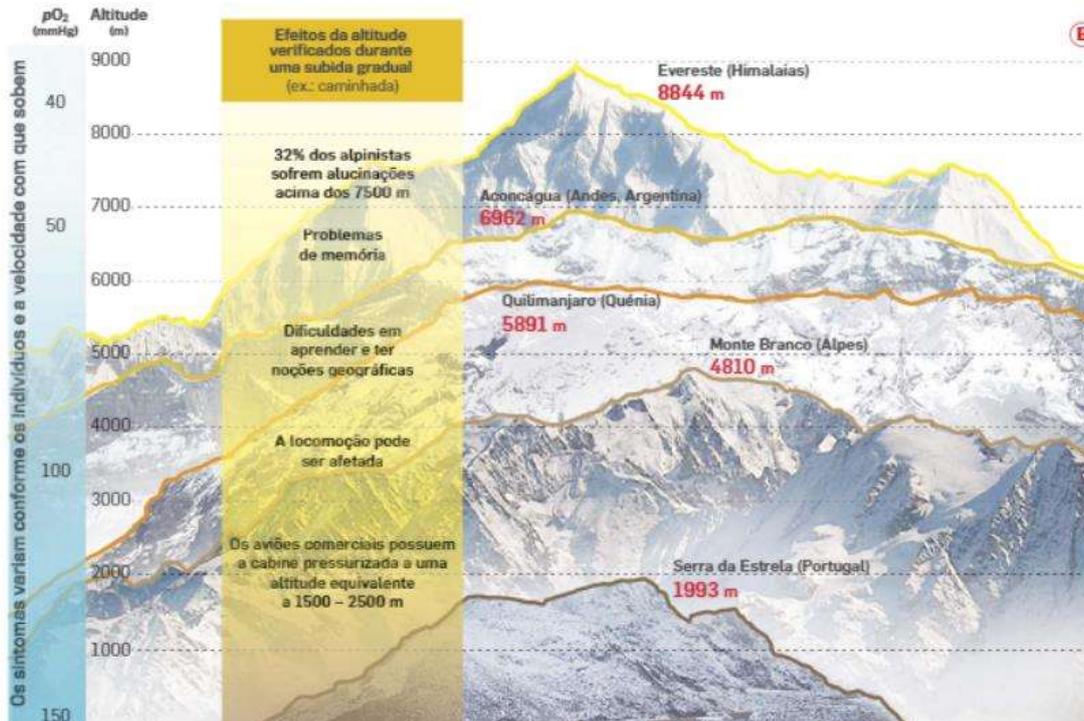
27 Aumento da frequência e da amplitude respiratórias durante o exercício físico.

Tal como o exercício físico, a **altitude** também afeta a função dos pulmões, uma vez que o aumento da altitude diminui a concentração de oxigénio no ar atmosférico (fig. 28A).

Cerca de metade das pessoas que passam do nível médio das águas do mar para altitudes acima dos 3500 metros sentem tonturas, náuseas, dores de cabeça e insónias. Estes sintomas indicam um reduzido transporte de oxigénio para os músculos e, em especial, para o cérebro. Para garantir o fornecimento adequado de oxigénio, o organismo aumenta a frequência e a amplitude ventilatórias, para assim inspirar mais ar. Todavia, o aumento do ar inspirado não é suficiente para garantir a prática de exercício físico sem dificuldades a altitudes elevadas (fig. 28B).

O organismo habitua-se (**aclimatação**) às elevadas altitudes se passarmos vários dias ou semanas expostos a estas condições. A longo prazo, os músculos intercostais e o diafragma tornam-se mais fortes e a cavidade torácica fica mais ampla, permitindo inspirar mais ar. O número de capilares sanguíneos formados em redor dos alvéolos pulmonares também aumenta.

Outra importante adaptação é o aumento do volume de sangue, que também se torna mais rico em hemácias e hemoglobina, facilitando as trocas gasosas. Estas modificações foram identificadas em indivíduos que habitam regiões a mais de 5000 m de altitude, nos Andes e nos Himalaias.



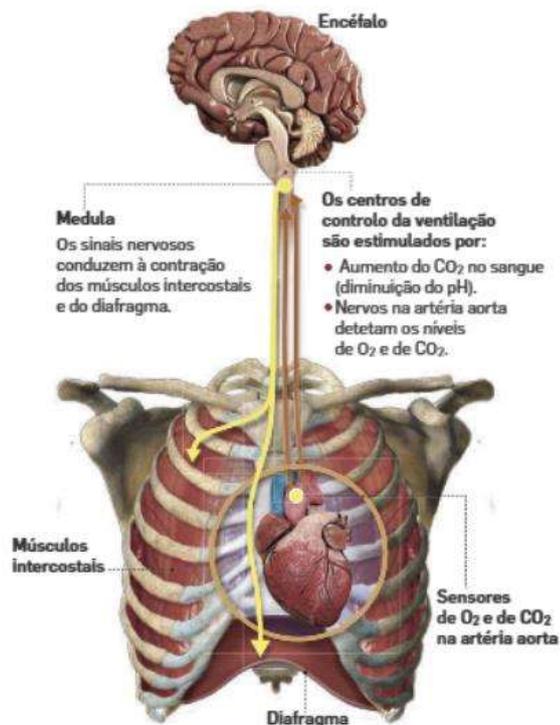
Controlo da ventilação pulmonar

O corpo humano possui mecanismos para detetar os níveis de oxigénio (O_2) e de dióxido de carbono (CO_2) no sangue e controlar a ventilação pulmonar.

Quando os **níveis de dióxido de carbono** no sangue são **elevados** (diminui o pH, tornando o sangue mais ácido) e os de **oxigénio baixos**, sensores na artéria aorta enviam sinais para a região da medula no encéfalo (fig. 29). Por sua vez, a medula envia sinais nervosos para os músculos intercostais e diafragma para **aumentar a frequência** e a **amplitude ventilatórias**. Esta situação verifica-se, por exemplo, durante a prática de exercício físico ou quando nos encontramos a altitudes elevadas.

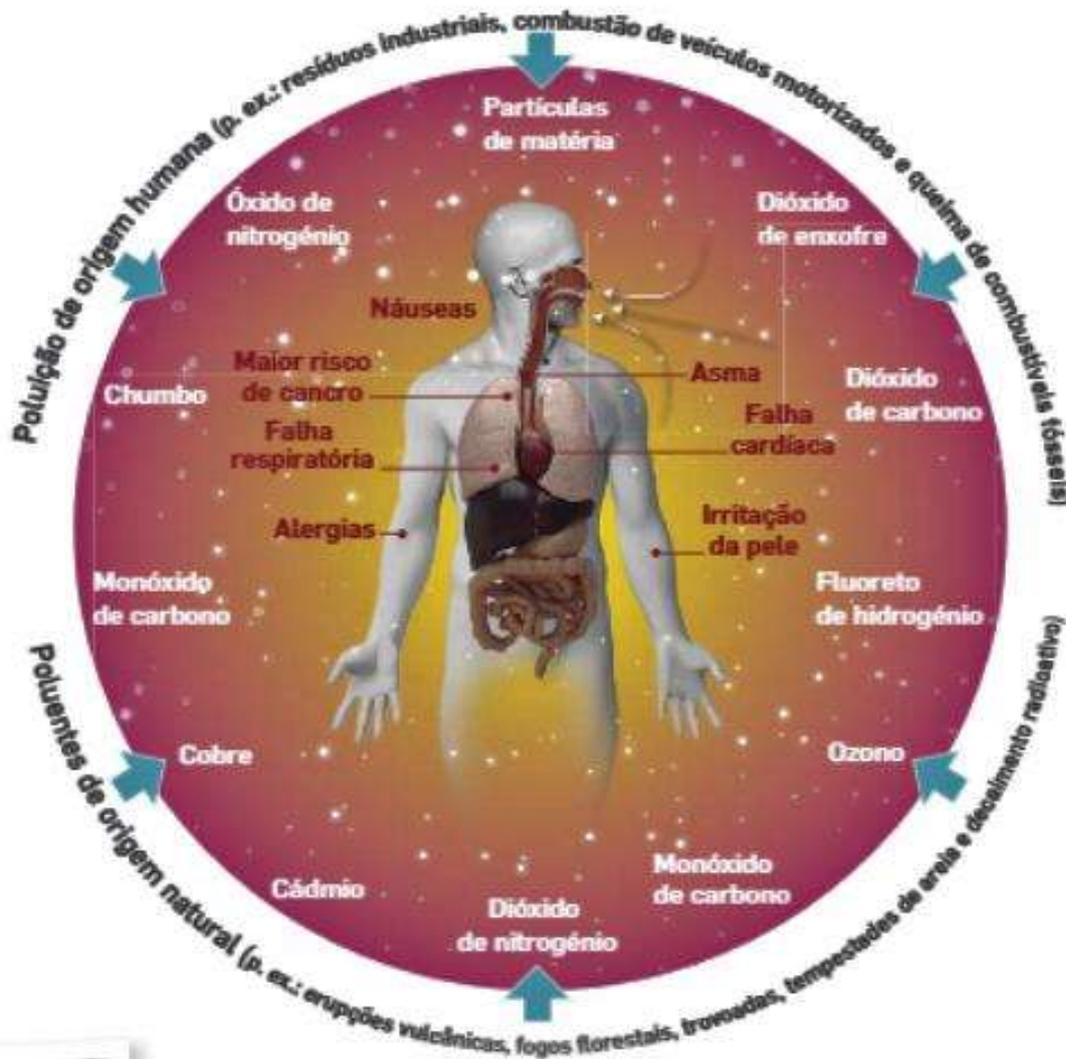
O aumento da ventilação pulmonar facilita as trocas gasosas, aumentando os níveis de oxigénio e reduzindo os de dióxido de carbono. Como consequência, a medula envia sinais para reduzir a ventilação pulmonar.

29 Controlo da ventilação pulmonar.

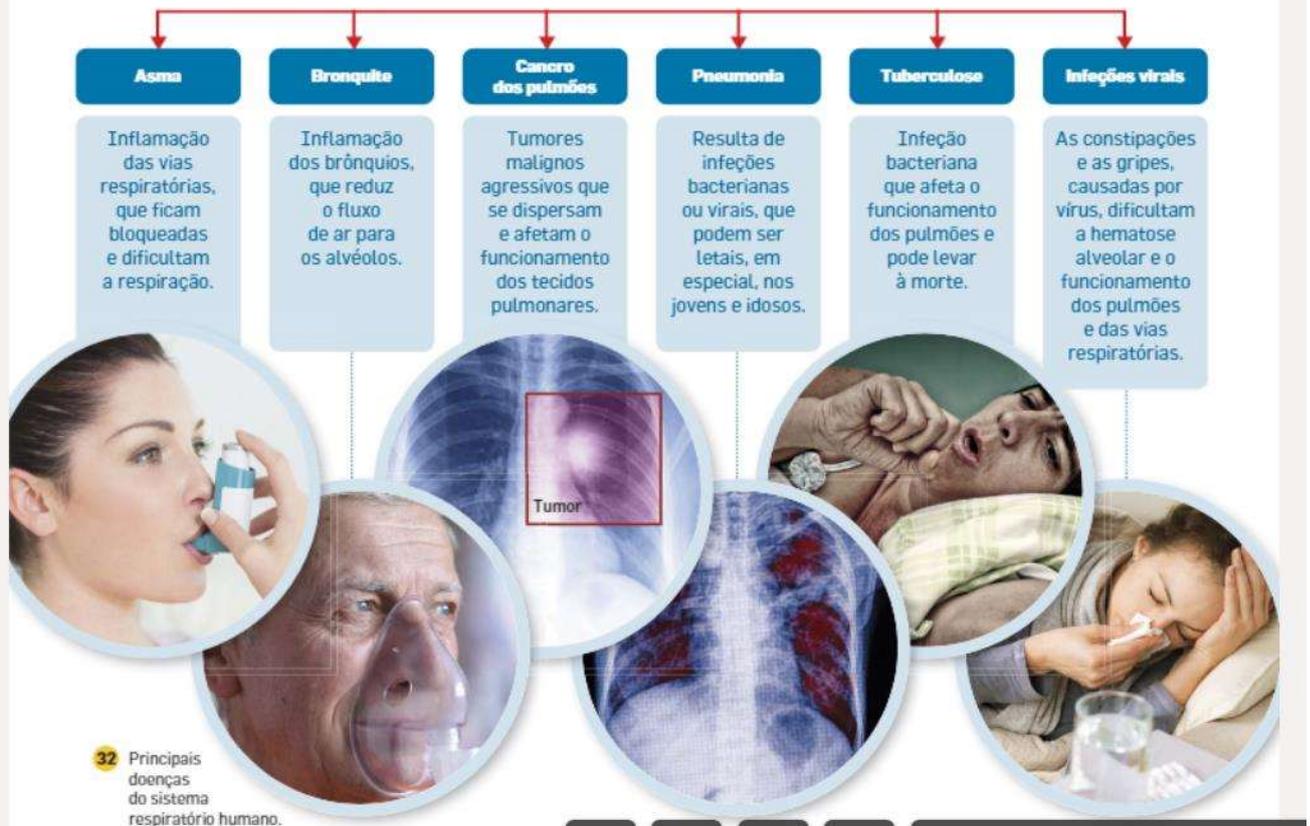


Efeitos do ambiente no sistema respiratório

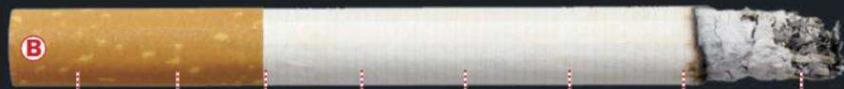
As doenças do sistema respiratório são das principais causas de morte nos seres humanos. Muitas das doenças são causadas por agentes poluentes presentes no ambiente. Estes agentes podem ser naturais ou resultantes da atividade humana (fig. 30).



DOENÇAS DO SISTEMA RESPIRATÓRIO



O QUE ACONTECE QUANDO UM FUMADOR DEIXA DE FUMAR?



20 MINUTOS
A pressão sanguínea e a frequência cardíaca voltam aos valores normais

DUAS SEMANAS
A circulação sanguínea e o funcionamento dos pulmões melhoram

1 ANO
O risco de contrair doenças coronárias reduz-se significativamente

10 ANOS
o risco de morrer com cancro dos pulmões reduz-se significativamente

12 HORAS
Os níveis de monóxido de carbono voltam aos valores normais

1 A 9 SEMANAS
Os problemas respiratórios são menos intensos

5 ANOS
O risco de desenvolver cancro da boca, do esófago e da bexiga diminui significativamente

15 ANOS
O risco de sofrer de doenças cardíacas é semelhante ao risco de não fumadores



1. Indica duas consequências da exposição ao fumo de tabaco.
2. Deixar de fumar tem benefícios. Explica a afirmação com base nos dados.

33 (A) Aspeto de um pulmão normal e do pulmão de um fumador. (B) Benefícios de deixar de fumar.

