



ANATOMIA FÁCIL

# #ANATOMYFLIX RESPIRATÓRIO

Rogério Gozzi

## APOSTILA

O sistema respiratório é responsável pelas **trocas gasosas** entre o ar ambiente e os **pulmões**, onde esses gases que serão absorvidos pelos pulmões irão para a corrente sanguínea, e posteriormente serão conduzidos pelo sangue para todos os tecidos e órgãos do corpo.

Desta forma podemos afirmar que o sistema respiratório faz a interface entre o ar ambiente e o corpo humano, pois o **oxigênio** presente na atmosfera deve ser absorvido pelos pulmões e o **gás carbônico** produzido pelas células deve ser eliminado do corpo através da respiração.

Do ponto de vista anatômico o sistema respiratório é dividido em duas partes: as **vias aéreas** (ou zona condutora do ar) e a **área de troca gasosa** (ou zona respiratória).

As **vias aéreas** compreendem um tubo miocartilaginoso que se estende desde o nariz até os bronquíolos terminais e em todo este trajeto **não teremos trocas gasosas**. Os órgãos que fazem parte das vias aéreas são: o nariz, a cavidade nasal, a faringe, a laringe, a traquéia, os brônquios e os bronquíolos terminais.

A **área de troca gasosa** compreende os bronquíolos respiratórios e os alvéolos pulmonares e como o próprio nome diz, compreende uma área de cerca de 70 a 100 metros quadrados, que é o equivalente ao tamanho de uma quadra de vôlei. É nessa região que ocorrem as **trocas gasosas nos pulmões**, que é chamada **hematose**.

O ramo das ciências médicas que estuda o ouvido, o nariz, a faringe e a laringe é chamada de **Otorrinolaringologia** e o ramo das ciências médicas que estuda os pulmões é a **Pneumologia**.

## VIAS AÉREAS

### Nariz

O nariz é um órgão osteocartilaginoso formado pelos ossos nasal e maxilar (parte óssea) e agregado a esses ossos temos as **cartilagens do nariz**, que formam a maior parte desta estrutura.

O nariz apresenta três cartilagens principais: as **cartilagens alares**, a **cartilagem septal** (ou do septo nasal) e a **cartilagem nasal** propriamente dita.



As **cartilagens alares**, como o próprio nome diz forma a chamada asa do nariz, que possui duas entradas, que são as narinas. É através das narinas que o ar deve entrar e atingir as vias aéreas, porém o ar pode também entrar pela boca, mas esta não prepara o ar para sua passagem pelas vias aéreas, podendo ressecá-las.

As **cartilagens nasais** ficam presas a raiz do osso nasal e dessa forma dão sustentação ao nariz, sendo assim podemos dizer que a forma do nariz é determinada pelo osso nasal, pelas cartilagens nasais e pelas cartilagens alares.

A última cartilagem é chamada **cartilagem septal** ou **cartilagem do septo nasal**. O septo nasal é uma parede cartilaginosa que separa a parte interna das narinas direita e esquerda, ou seja, quando inspiramos o ar pelo nariz a narina direita conduz o ar para a cavidade nasal direita e a narina esquerda conduz o ar para cavidade nasal esquerda. Portanto temos duas cavidades hermeticamente fechadas uma do lado direito e outro do lado esquerdo separadas pelo septo cartilaginoso do nariz entre as duas narinas. É por isso que quando um lado está entupido você consegue respirar pelo outro lado, e se ambas estão obstruídas você respira pela boca.

No nariz temos também pêlos, que são chamados **vibrissas**. Esses pêlos que são responsáveis por filtrar o ar inspirado, portanto partículas maiores que são inaladas

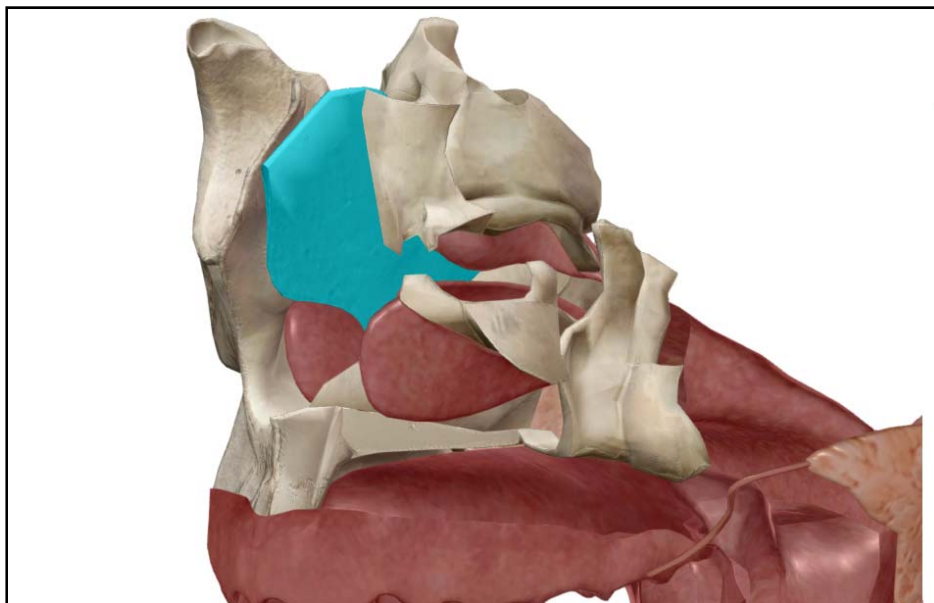
durante a inspiração ficam retidas nas vibrissas, que além de formar em uma tela evitando a entrada dessas partículas, elas ainda têm a presença de muco, que auxilia na retenção de algumas partículas que são aspiradas evitando algumas infecções respiratórias ou irritações das vias aéreas.

## Cavidade nasal

Depois que o ar inspirado passa pelas narinas ele entrará na cavidade nasal, que tem três funções básicas: **o aquecimento, a umidificação e a filtragem do ar** inspirado para prepará-lo para sua passagem pelas vias aéreas.

O interior da cavidade nasal é separado completamente por um septo formado pela lâmina perpendicular do osso etmóide e pelo osso vômer. Além desses ossos que formam o septo da cavidade nasal temos também os chamados ossos turbinados, que levam este nome por fornecer um fluxo turbulento de ar durante a inspiração. Os ossos turbinados são as conchas nasais. As conchas nasais superior e média pertencem ao osso etmóide e a concha nasal inferior é um osso separado.

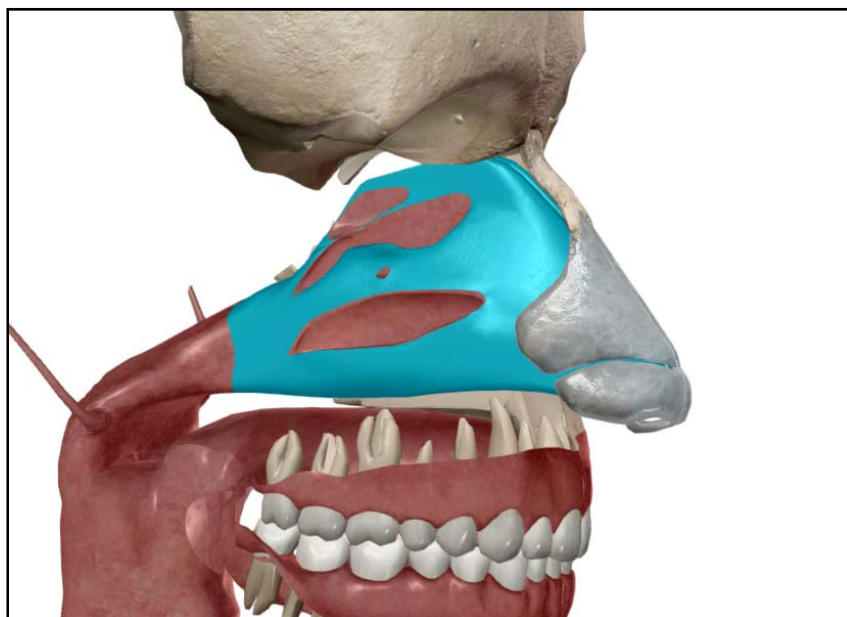
Como você pôde perceber, **o osso etmóide é um dos principais ossos presentes na cavidade nasal**, pois forma o septo ósseo e possui os ossos turbinados. Além disso, ele também será importante na percepção do olfato, pois neste osso temos também uma estrutura chamada lâmina cribriforme, que antigamente era chamada a lâmina crivosa. A lâmina cribriforme possui perfurações e por essas perfurações passam as terminações nervosas do bulbo olfatório para parte superior da cavidade nasal, que é a mucosa olfatória da cavidade nasal.



Lâmina perpendicular do Etmóide

Desta forma você consegue compreender porque o terço superior da cavidade nasal é considerado a parte olfatória e os dois terços inferiores são considerados a parte respiratória da cavidade nasal.

O **limite anterior** da cavidade nasal corresponde às **narinas** e o **limite posterior** às **coanas**. As coanas fazem o limite entre a cavidade nasal e a nasofaringe, que é a porção superior da faringe e tem apenas função respiratória.

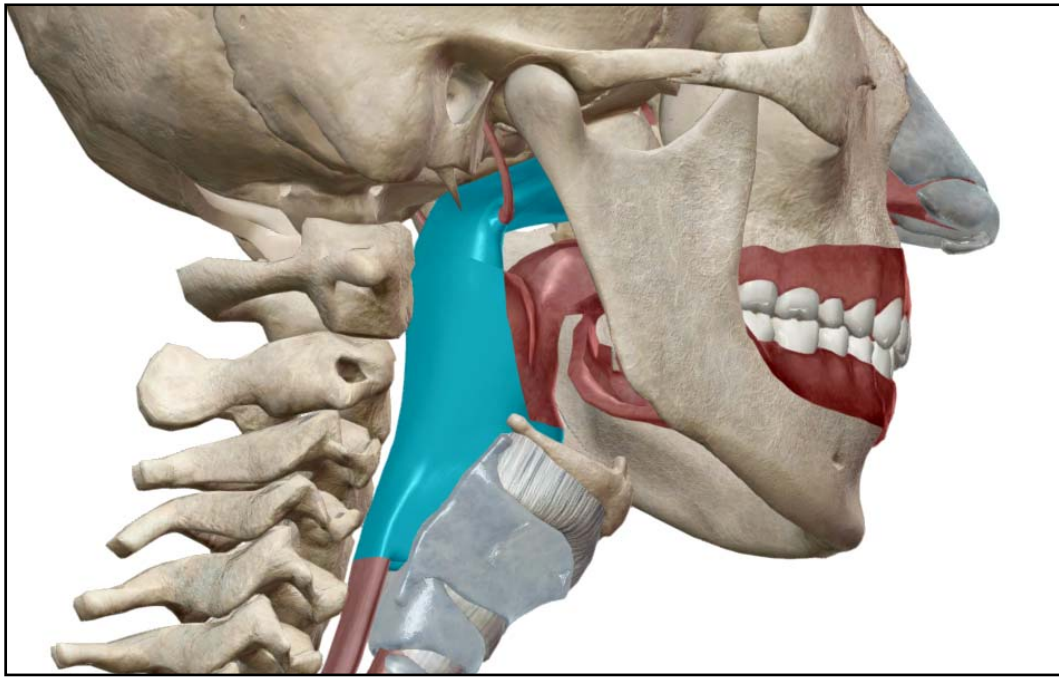


Quando o ar entra nas vias aéreas durante a inspiração temos um fluxo de ar turbulento, pois a resistência do ar sobre as conchas nasais começa a gerar este tipo de fluxo aéreo. Desta forma este ar inspirado será aquecido pelo seu contato com os vasos sanguíneos presentes na mucosa da cavidade nasal, e será também umidificado por essa mesma mucosa. Além de aquecer e umidificar o ar, a cavidade nasal possui muco que é responsável pela filtragem de algumas partículas que ficam aderidas nesta mucosa presente na cavidade nasal.

O **sangramento nasal**, ou **epistaxe**, é bastante comum e ocorre pelo fato de a mucosa da cavidade nasal ser muito sensível a alterações de temperatura e abrasões, sendo muito comum no verão, quando os vasos sanguíneos ali presentes encontram-se dilatados. Um outro tipo de sangramento nasal que é mais grave pode ocorrer depois de traumatismos cranianos. O teto da cavidade nasal separa esta cavidade do lobo frontal do cérebro, sendo assim quando ocorre um traumatismo crânio-encefálico pode haver a fratura do crânio com a passagem do sangue para a cavidade nasal e ocorrer um sangramento nasal que tem origem diferente da epistaxe. Portanto preste atenção a estes sangramentos e se for necessário o estude mais a fundo.

## Faringe

A faringe tem o formato de um funil e é dividida anatomicamente em três partes: a **nasofaringe**, a **orofaringe** e a **laringofaringe**. A nasofaringe faz limite com a cavidade nasal na região das coanas, a orofaringe faz limite com a cavidade oral na região das fauces e a laringofaringe termina no adito da laringe.



Histologicamente a faringe é composta por duas camadas de músculo esquelético (sendo a interna longitudinal e a externa circular) revestida internamente por uma túnica mucosa. Sendo assim, a faringe atua na passagem do ar proveniente da cavidade nasal e na passagem do alimento através da cavidade oral e auxilia também na deglutição. Internamente a nasofaringe é composta pelo mesmo tecido das vias aéreas em geral (tecido epitelial colunar pseudo-estratificado ciliado), que é o epitélio respiratório. Porém, a orofaringe e a laringofaringe são compostos por outro tipo de tecido (o epitélio escamoso estratificado não queratinizado), que é o mesmo tecido presente no interior do tubo digestório, resistente à abrasão proporcionada pela passagem dos alimentos sobre suas paredes.

Do ponto de vista respiratório, que é o objetivo deste capítulo, as três porções da faringe atuam na passagem do ar pelas vias aéreas. Portanto o ar que é inspirado pelo nariz atravessa a cavidade nasal, a nasofaringe, a orofaringe, a laringofaringe, e depois será direcionado para a laringe.

Durante a deglutição o alimento que entrou pela cavidade oral desce pela orofaringe e pela laringofaringe. Logo abaixo teremos uma válvula cartilaginosa chamada epiglote (que pertence à laringe), que na maior parte do tempo está aberta para a passagem do ar e quando deglutimos ela se fecha movimentando-se para trás e para baixo, fechando a glote e conduzindo o alimento para o esôfago, que fica posicionado atrás da traquéia.

O **céu da boca é chamado palato** e temos um palato duro (ósseo) e um palato mole (muscular). O palato é responsável por separar a cavidade oral da cavidade nasal, sendo que o palato duro é constituído em sua maior parte pelo osso maxilar que abriga a arcada dentária superior. A parte posterior do palato duro é constituída pelo osso palatino. Posteriormente ao osso palatino temos o palato mole, constituído por musculatura esquelética, onde em sua parte mais posterior temos a úvula, popularmente chamada de “*sininho*” da garganta.



## Laringe

A laringe é um tubo conector entre a laringofaringe e a traqueia e é composta por 9 cartilagens. Três cartilagens são ímpares (**cartilagem tireóide**, **epiglote** e **cartilagem cricóide**) e três são pares (**cartilagens aritenóides**, **cartilagens corniculadas** e **cartilagens cuneiformes**). A glote representa a entrada da laringe, entre o vestíbulo da laringe e a cavidade infraglótica.

A **cartilagem tireóide** é a maior das cartilagens da laringe e tem este nome por ser parecida com um escudo, onde *tireo* significa “escudo” e o *oide* significa “parecida com”. Esta terminologia é derivada do grego. Esta cartilagem se projeta como um triângulo na região anterior do pescoço e é conhecida popularmente por “pomo de Adão” ou “gogó”, e é mais desenvolvida nos homens, mas as mulheres também a possuem, porém menos volumosa.



A cartilagem tireóide é importante na sustentação do ligamento vocal e das pregas vocais e também confere sustentação à epiglote. Superiormente a cartilagem tireóide se articula com o osso hióide através da membrana tíreo-hióidea e inferiormente se articula com a cartilagem cricóide através do ligamento cricótireóideo mediano.

A **cartilagem cricóide** fica posicionada logo abaixo da cartilagem tireóide e ela tem este nome porque *crico* (derivada de *Krykos*) significa “círculo” e o *oide* significa “parecido com”, e este nome foi dado pela sua semelhança com um anel de Sinete. Superiormente a cartilagem cricóide articula-se com a cartilagem tireóide através do ligamento cricótireóideo mediano, como citamos anteriormente. Inferiormente ela se articula com a traquéia através do ligamento cricotraqueal.

Do ponto de vista funcional a cartilagem cricóide representa a entrada da traquéia, portanto ela deve manter-se sempre aberta. Por isso ela tem este formato de círculo, para que durante as diferenças de pressão entre a inspiração e a expiração a entrada da traquéia permaneça sempre aberta sem que haja colapso de suas paredes.



A **cartilagem epiglótica** ou **epiglote** é a mais famosa das cartilagens laríngeas e é responsável pelo direcionamento do ar que vai para a traquéia e do alimento que vai para o esôfago. Anatomicamente ela tem a forma de uma folha onde a sua parte mais fina é chamada **pecíolo** e fica presa à cartilagem tireóide através do **ligamento tíreo-epiglótico**. Ela é mais mole e móvel do que as outras cartilagens laríngeas.



Durante a respiração a epiglote fica aberta, permitindo que o ar seja direcionado para a traquéia. Durante a deglutição a faringe e a laringe se movem para cima e a língua se move para trás e para baixo, comprimindo a epiglote fazendo com que ela se mova também para trás e para baixo, tampando a glote e fazendo com que o alimento se mova em direção ao esôfago. O nome *epiglote* significa “sobre a glote”.

As **cartilagens aritenóides** são pares e ficam posicionadas na região pósterio-superior da cartilagem cricóide e têm este nome por se assemelhar a um jarro, onde a *Arytaina* significa jarro e *oide* significa “parecido com”. As cartilagens aritenóides ficam articuladas com a cartilagem cricóide através de articulações sinoviais para permitir um amplo movimento das do ligamento vocal para a produção de sons pelas pregas vocais.



As **cartilagens corniculadas** são pares e têm este nome por assemelhar-se com chifres e ficam posicionadas logo acima das cartilagens aritenóides e desta forma permitem ainda mais mobilidade ao ligamento vocal e isso aumentará a ampla gama de sons que podemos emitir durante a vocalização.



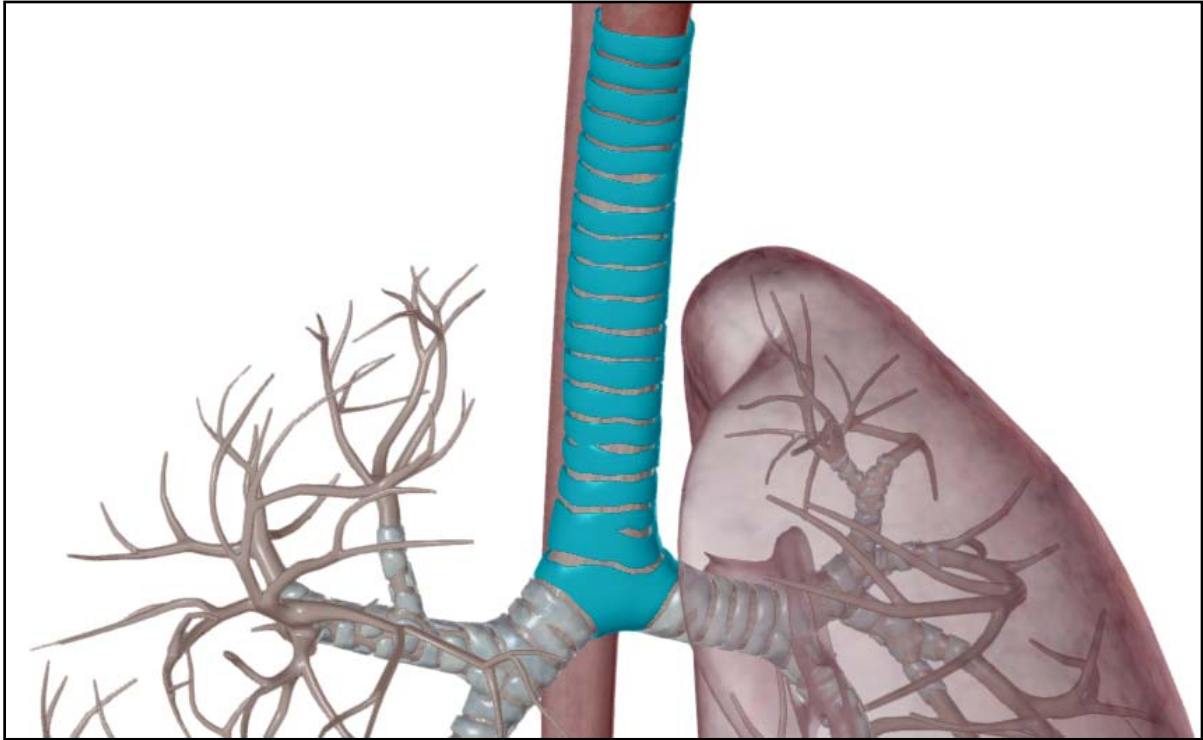
O último par de cartilagens laríngeas são as **cartilagens cuneiformes** quem têm este nome pelo seu formato de cunha e ficam posicionadas anteriormente às cartilagens corniculadas. Alguns autores consideram as cartilagens cuneiformes como cartilagens supranumerárias (variações anatômicas).

Essa estrutura cartilaginosa da laringe é importante em dois sentidos: permitir a passagem do ar para a traquéia e produzir sons pela vibração das pregas vocais.



## Traquéia

A traquéia é um tubo miocartilaginoso que se estende desde o primeiro anel traqueal (abaixo da cartilagem cricóide) até a sua divisão para formação dos brônquios principais em uma região chamada **Carina** que fica na altura da vértebra T5. A traquéia mede de 12 a 15 cm de comprimento por cerca de 2,5 cm de espessura e possui algo em torno de 15 a 20 anéis cartilagosos.



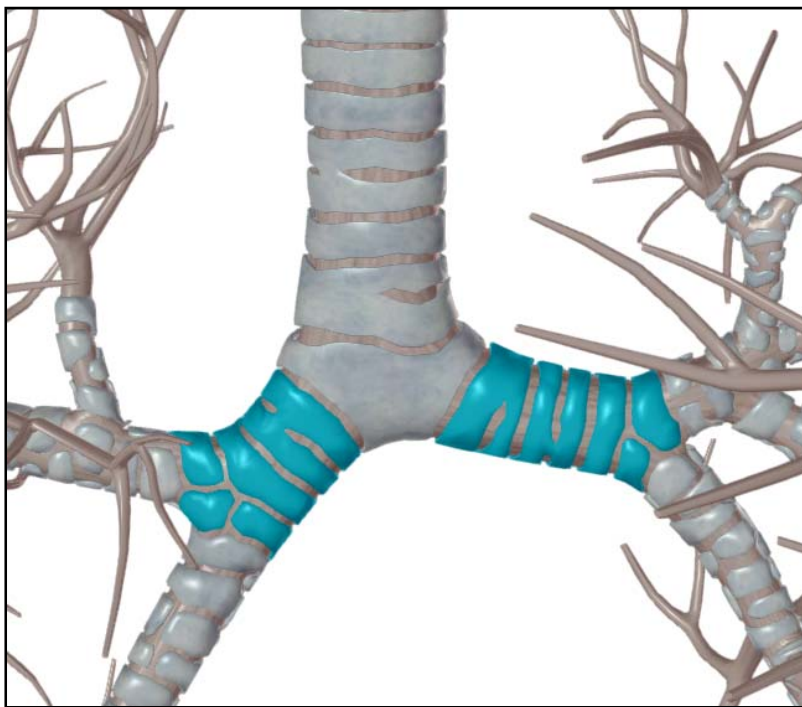
Do ponto de vista histológico a traquéia possui **4 camadas**, sendo a mais profunda a **túnica mucosa** que tem contato com o ar, seguida de uma **tela submucosa**, seguida de uma camada de **cartilagem hialina** que compreende a maior porção da traquéia, e mais externamente uma **túnica adventícia**.

Em sua maior parte a traquéia é composta pela camada cartilaginosa que está disposta na forma de **semi anéis com formato de C** onde a parte aberta fica voltada posteriormente e apresenta contato com o esôfago por ser a parte mais mole da traquéia e não interferir no fluxo dos alimentos que passam atrás dela. Esta disposição da traquéia em anéis cartilagosos permite com que ela **fique sempre aberta permitindo a passagem do ar** evitando o colapso de suas paredes, e também permite a mobilidade desse segmento durante os movimentos da coluna cervical evitando que haja obstrução da passagem do ar nesse ponto quando se faz um movimento excessivo do pescoço. A constituição da traquéia é parecida com a do tubo de um aspirador de pó, que é submetido a pressões de ar em seu interior e ainda permite grande mobilidade de sua estrutura. Internamente aos anéis cartilagosos, a traquéia apresenta uma camada de musculatura lisa com fibras transversais. Ainda nesta região temos a presença de tecido conjuntivo elástico que permite discretos movimentos da traquéia durante a inspiração (dilata) e a expiração (contraí).

## Brônquios

Na altura da vértebra T5 a traquéia se bifurca em uma região chamada Carina (que significa “quilha de barco”) e após essa bifurcação temos a origem dos **brônquios principais** também chamados de brônquios primários. Temos um brônquio primário para cada pulmão. Ao entrarem nos pulmões os brônquios primários se ramificam dando origem aos chamados **brônquios lobares** (ou brônquios secundários) que tem esse nome por penetrarem nos Lobos pulmonares. Os brônquios lobares por sua vez ramificam-se entrando nos segmentos pulmonares e desta forma darão origem aos chamados **brônquios segmentares** ou brônquios terciários.

**Brônquios principais:** Apesar de ambos brônquios principais serem originados da traquéia existem diferenças anatômicas importantes entre o brônquio principal direito e o brônquio principal esquerdo.

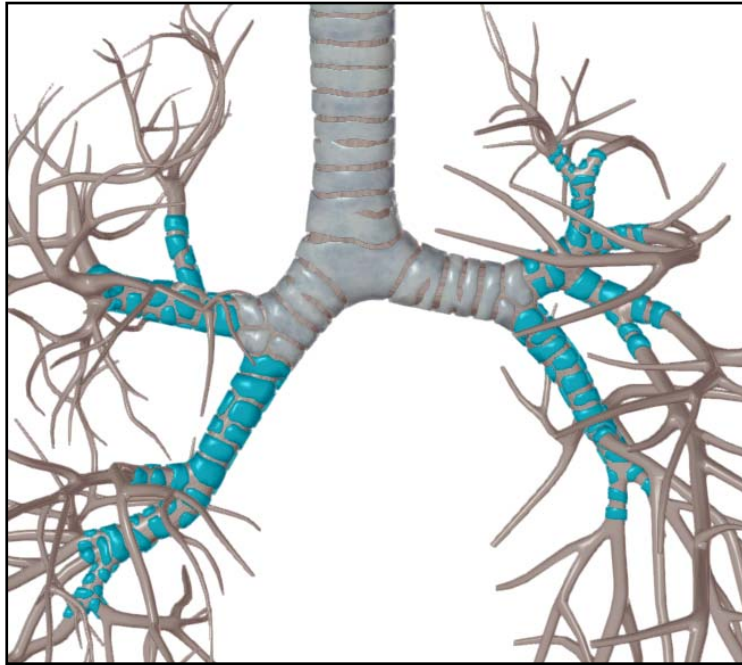


O **brônquio principal direito** é mais **vertical, curto e largo** e desta forma é mais fácil que tenhamos obstruções no pulmão direito pela própria forma do brônquio principal direito. É como se o brônquio principal direito fosse uma continuação da traquéia e os objetos, quando aspirados, descem direto para o pulmão direito.

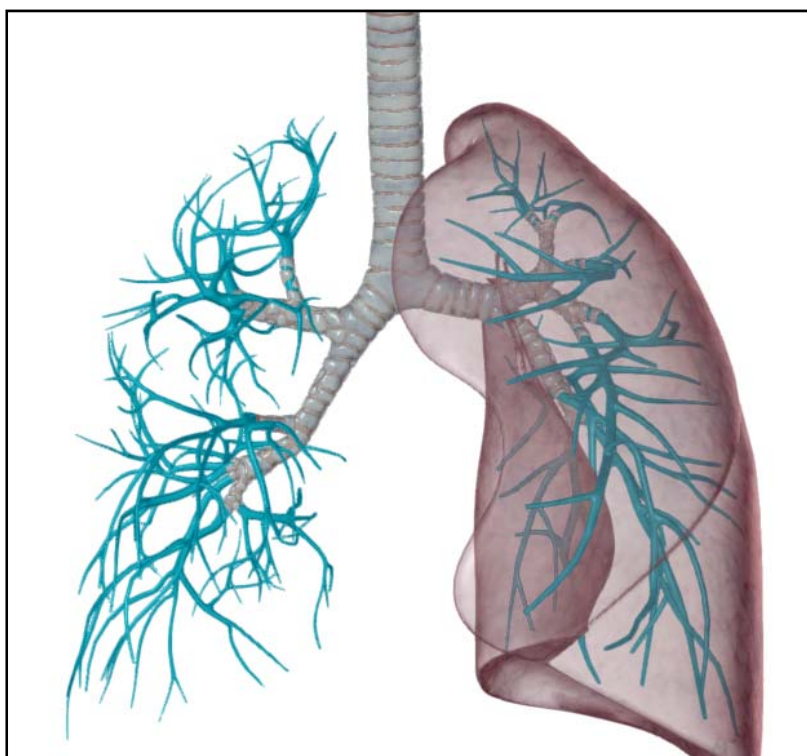
O **brônquio principal esquerdo** por sua vez é mais **horizontalizado, longo e estreito** em comparação ao brônquio principal direito e desta forma é mais difícil que objetos aspirados sejam conduzidos ao pulmão esquerdo pela própria anatomia deste brônquio. O brônquio principal esquerdo é mais alongado pois a maior parte do coração fica voltada para a esquerda desviando um pouco pulmão esquerdo para este lado. Outro fator que faz com que este brônquio seja mais longo é a passagem do arco da aorta por cima do brônquio principal esquerdo para passar por trás do coração e formar a aorta descendente.

**Brônquios lobares:** Os brônquios lobares acompanham os lobos pulmonares e são ramificações dos brônquios principais. Como o pulmão direito apresenta 3 lobos teremos **3 brônquios lobares para o pulmão direito**, sendo um **superior**, um **médio** e um **inferior**.

O pulmão esquerdo por sua vez apresenta 2 lobos, sendo assim teremos **2 brônquios lobares para o pulmão esquerdo**, sendo um **superior** e um **inferior**.



**Brônquios segmentares:** Os brônquios segmentares acompanham os segmentos pulmonares e são ramificações dos brônquios lobares. Temos **10 brônquios segmentares para o pulmão direito** (sendo 3 no lobo superior, 2 no lobo médio e 5 no lobo inferior) e também temos **10 brônquios segmentares para o pulmão esquerdo** (sendo 5 no lobo superior e 5 no lobo inferior). A disposição dos brônquios segmentares **acompanham os segmentos pulmonares** que estão descritos no capítulo sobre os pulmões.



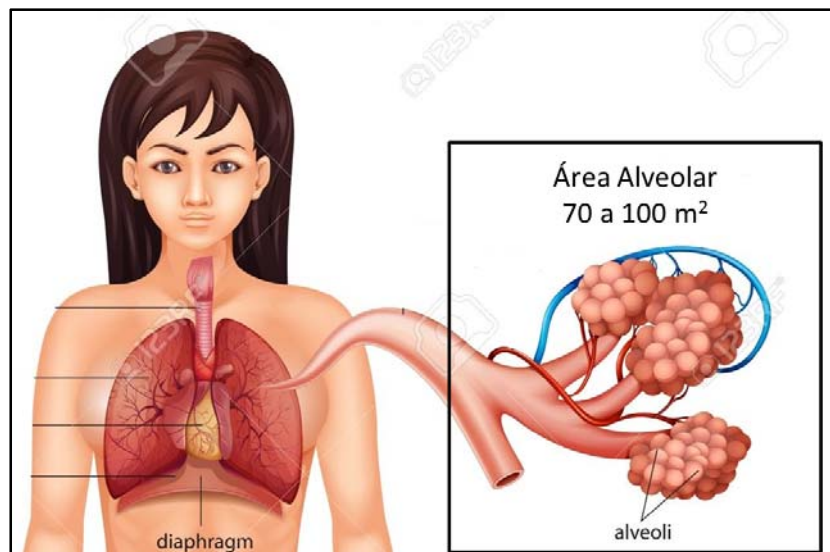
## Bronquíolos

Os brônquios segmentares se ramificam diversas vezes e na sua porção mais distal, onde teremos a origem dos bronquíolos. Temos dois tipos de bronquíolos: os **bronquíolos terminais** que correspondem ao final da zona condutora do ar e os **bronquíolos respiratórios** onde temos o início da área de troca gasosa, ou seja nos bronquíolos respiratórios já temos trocas gasosas.

## ÁREA DE TROCA GASOSA

### Alvéolos pulmonares

Os alvéolos pulmonares são os principais elementos da chamada área de troca gasosa essa área possui cerca de 70 a 100 metros quadrados. Se abrirmos cada um dos 500 milhões de alvéolos presentes em nossos dois pulmões esta área corresponde ao tamanho de sua sala de aula, portanto temos uma enorme área de troca gasosa em contato com o ar ambiente.



Os alvéolos são a última parada para o ar que entra pelos seus pulmões, e nesta região teremos a respiração pulmonar (ou hematose), que representa a eliminação do gás carbônico pela expiração seguida de absorção do oxigênio durante a inspiração. As vias aéreas têm paredes grossas, compostas por várias camadas de tecidos, e isso promove uma barreira física para as trocas gasosas antes de o ar chegar aos alvéolos. Os alvéolos apresentam finas paredes e ficam circundados por capilares sanguíneos formando a chamada membrana alvéolo-capilar, onde tanto a membrana alveolar quanto a membrana capilar possuem apenas uma membrana basal e um epitélio simples cada. Desta forma o oxigênio, o gás carbônico e outros gases presentes na atmosfera ou na corrente sanguínea conseguem mover-se livremente por difusão simples através da membrana alvéolo-capilar, mas seguindo alguns critérios, conforme veremos nos capítulos seguintes.

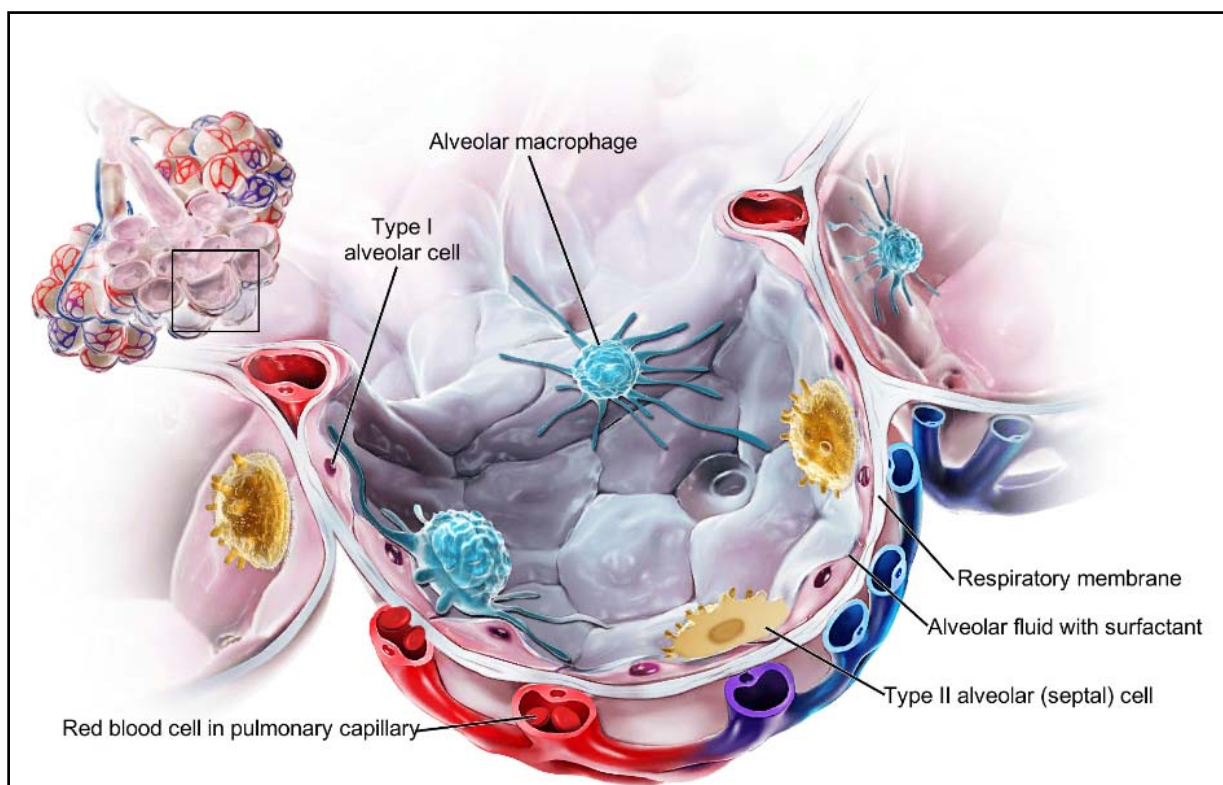


Histologicamente os alvéolos possuem 3 tipos celulares: os **pneumócitos tipo I** (ou células alveolares tipo I), os **pneumócitos tipo II** (ou células alveolares tipo II) e os **macrófagos alveolares**.

Os **pneumócitos tipo I** são estruturais e compõem as paredes alveolares, portanto a continuidade celular dos sacos aéreos é determinada por estas células. Suas finas paredes permitem as trocas gasosas entre os alvéolos e os capilares sanguíneos, portanto são elas que formam a parte alveolar da membrana alvéolo-capilar.

Os **pneumócitos tipo II** são células secretoras, ficam localizadas entre os pneumócitos tipo I e estão em menor quantidade. Estas células secretam um líquido alveolar chamado surfactante, responsável por diminuir a tensão superficial entre as paredes alveolares evitando o colapso de suas paredes. Do ponto de vista prático, o líquido surfactante evita que as paredes alveolares colem e o pulmão esvazie completamente de ar. O colapso das paredes dos alvéolos é chamado atelectasia.

Os **macrófagos alveolares** são células maiores que as anteriores e são células de defesa, portanto quando inalamos corpos estranhos ou agentes patogênicos bacterianos, virais ou fúngicos, os macrófagos alveolares correspondem à última linha de defesa contra alergias ou infecções que porventura desceram pelas vias aéreas, realizando fagocitose sobre o agressor. Em processos alérgicos, inflamatórios ou infecciosos as vias aéreas também aumentam a produção de muco, que também é mais espesso. Este muco espesso irá grudar no agente irritativo que foi fagocitado no alvéolo e isso irá irritar o tecido epitelial ciliar das vias aéreas, e o batimento destes cílios conduzem o agente agressor para fora podendo também desencadear um reflexo de tosse, que irá expulsar este corpo estranho com maior rapidez e efetividade.





## Hematose

Hematose é o nome dado às trocas de gases que ocorrem entre os alvéolos pulmonares e o ar ambiente, ou seja, a hematose ocorre somente dentro dos pulmões. A hematose também é chamada respiração pulmonar, pois entendemos por RESPIRAÇÃO o ato de trocar gases. Sendo assim também temos a chamada respiração celular, que ocorre dentro dos órgãos internos como cérebro, fígado, coração, pâncreas, etc. Portanto a hematose ou respiração pulmonar se refere à eliminação de CO<sub>2</sub> seguida de absorção de novo O<sub>2</sub> pelos alvéolos pulmonares. A respiração celular é a absorção de O<sub>2</sub> seguida de eliminação de CO<sub>2</sub> pelas células dos órgãos acima citados. É um ciclo vital, pois as células nunca podem parar de receber este O<sub>2</sub> captado pelos pulmões senão elas morrerão em questão de minutos.

Para entender como ocorre a hematose temos que entender 3 fatores importantes: **a área de troca gasosa, as diferenças de pressão dos gases e o processo de difusão.**

**Área de troca gasosa:** a área de troca gasosa corresponde à área efetiva total que os alvéolos pulmonares ocupam dentro dos pulmões. Esta área é de cerca de 70 a 100 metros quadrados (como já dito anteriormente), portanto temos uma área enorme de tecido alveolar em contato com o ar ambiente, facilitando as trocas de gases na membrana alvéolo-capilar. A área de troca gasosa é chamada de *porção respiratória* e fazem parte desta porção do sistema respiratório os bronquíolos respiratórios e os alvéolos pulmonares (sacos alveolares). As vias aéreas não realizam trocas gasosas e são chamadas de *porção condutora* do ar.

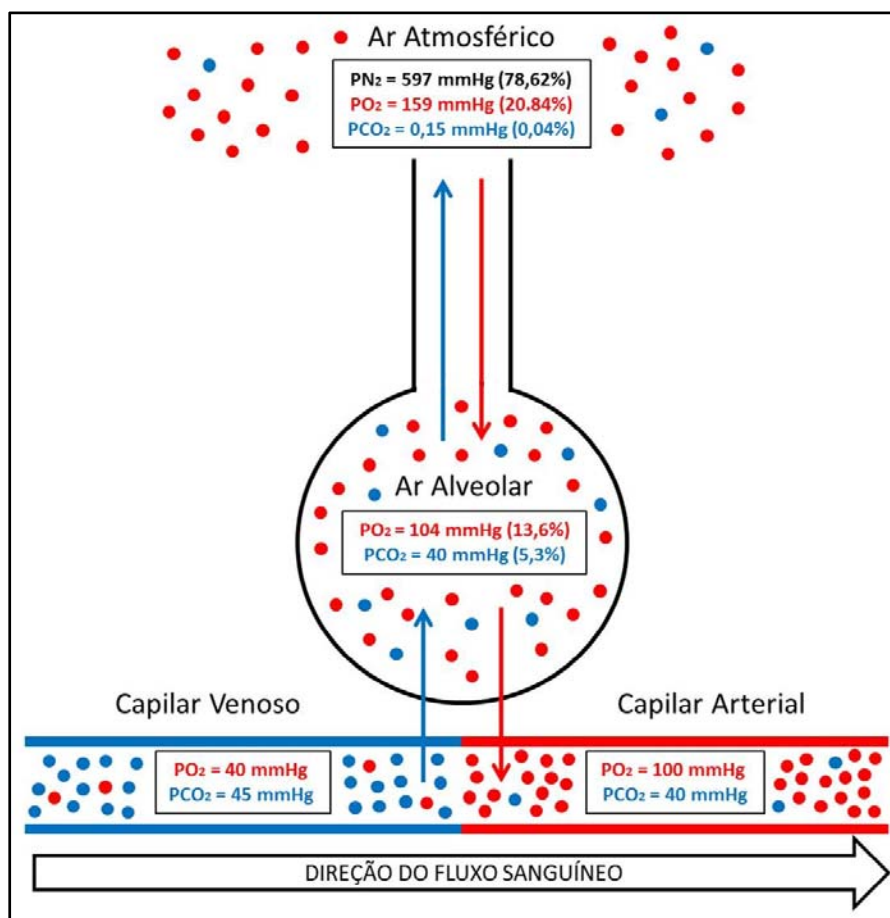
**Diferenças de pressão dos gases (O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>):** para entender o processo de hematose teremos que considerar as diferenças de pressão entre os gases do ar ambiente (pressão atmosférica), do ar alveolar (pressão pulmonar) e dos capilares sanguíneos (pressão capilar). Os gases mais abundantes na atmosfera (nível do mar) são o nitrogênio (78%) e o oxigênio (21%). O restante corresponde ao gás carbônico (0,04%) e outros gases. Quanto maior a concentração de um gás, maior será a sua pressão, e para estes gases se movimentarem para dentro e para fora dos pulmões eles migrarão sempre do meio de maior concentração (maior pressão) para o meio de menor concentração (menor pressão) num processo denominado difusão, que será explicado no próximo tópico. O O<sub>2</sub> sempre se move de fora para dentro porque sua pressão é maior na atmosfera (159 mmHg) do que dentro dos pulmões (104 mmHg) e ele entra durante a inspiração. O CO<sub>2</sub> sempre se move de dentro para fora porque sua pressão é maior dentro dos pulmões (40 mmHg) e menor na atmosfera (0,15 mmHg) e ele sai durante a expiração.

### Diferenças de pressão dos gases e direção do fluxo

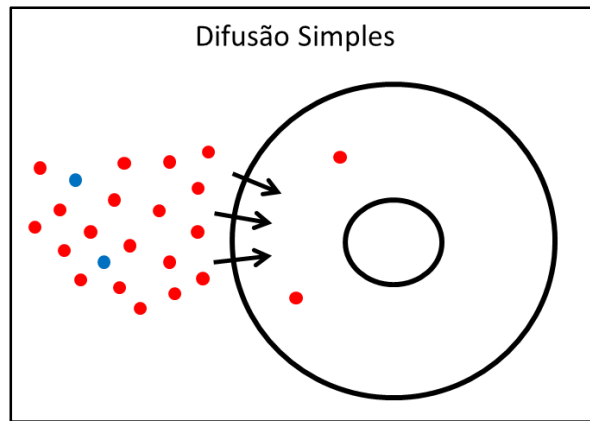
Gás	Atmosfera		Alvéolo		Capilar
O <sub>2</sub>	159 mmHg	→	104 mmHg	→	40 mmHg
CO <sub>2</sub>	0,15 mmHg	←	40 mmHg	←	45 mmHg

Fonte: Guyton, Fisiologia Humana

O O<sub>2</sub> migra do alvéolo para os capilares também por diferenças de pressão, assim como o CO<sub>2</sub> migra dos capilares para os alvéolos através do mesmo processo. Veja a tabela acima e a imagem abaixo para entender melhor como funciona o processo de entrada de O<sub>2</sub> e saída de CO<sub>2</sub>. O processo de hematose na membrana alveolo-capilar ocorre por difusão.



**Difusão simples (passiva):** quando substâncias se movem através de uma membrana, de um meio de maior concentração para um meio de menor concentração sem gasto energético (sem gasto de ATP) elas se movem por difusão simples (passiva). Gases como o O<sub>2</sub> e o CO<sub>2</sub> e substâncias lipossolúveis de baixo peso molecular geralmente se movem através das membranas por difusão. A hematose ocorre por difusão pois a saída do CO<sub>2</sub> acontece por ele estar mais concentrado nos capilares e menos concentrado nos alvéolos, permitindo que ele migre para o meio externo. O O<sub>2</sub> está mais concentrado dentro dos alvéolos e menos concentrado no capilar sanguíneo permitindo que ele migre para a corrente sanguínea por difusão.



### Outros fatores que influenciam a Hematose

**Volume Corrente (VC):** é o ar que entra e sai dos pulmões a cada ciclo respiratório e corresponde a cerca de 500 ml de ar. Destes, 150 ml ficam nas vias aéreas e não sofrem trocas gasosas formando o chamado *espaço morto*. Os outros 350 ml chegam até os alvéolos pulmonares e sofrem hematose.

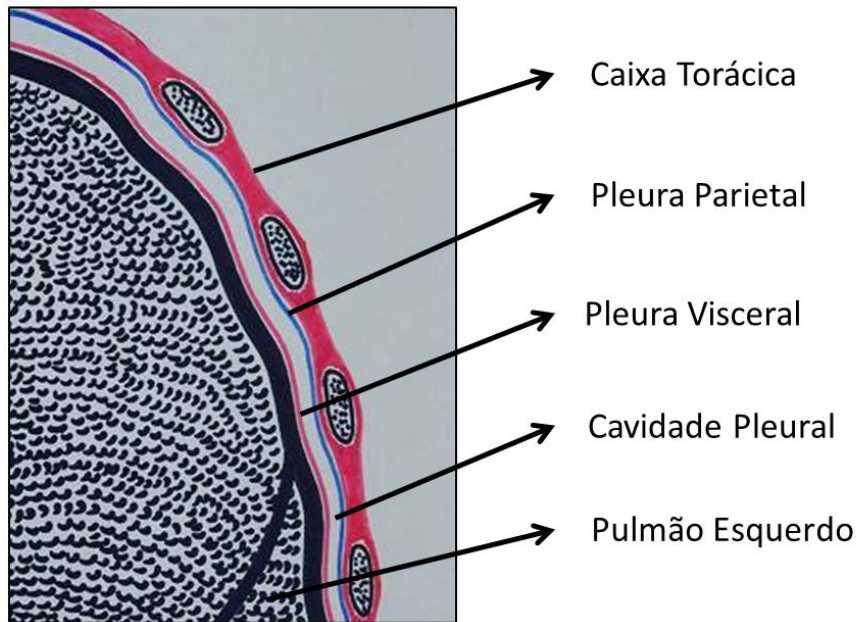
**Volume Residual (VR):** é o ar que permanece dentro dos pulmões mesmo após uma expiração forçada e corresponde a cerca de 1200 ml de ar. Este volume é importante para manter os alvéolos (sacos aéreos) constantemente abertos e evitar o seu colapamento. Juntamente com o VR, temos um líquido na parede alveolar denominado *surfactante*, que diminui a tensão superficial das paredes alveolares e também auxiliam para evitar que os alvéolos colem as suas paredes. Doenças como o enfisema pulmonar (DPOC) provocam retenção de ar dentro dos alvéolos, aumentando o VR e consequentemente dificulta a hematose.

**Frequência Respiratória (FR):** é a quantidade de respirações que realizamos em 1 minuto. Em repouso ela varia entre 10 a 15 RPM (respirações por minuto). Se considerarmos uma média de 15 RPM e cerca 350 ml de ar absorvido a cada inspiração, em um minuto seus pulmões absorvem cerca de 5250 ml de ar. Quando realizamos atividades físicas este volume de ar absorvido pode ser maior que 100 litros de ar por minuto para suprir as demandas metabólicas do organismo.

## PLEURAS

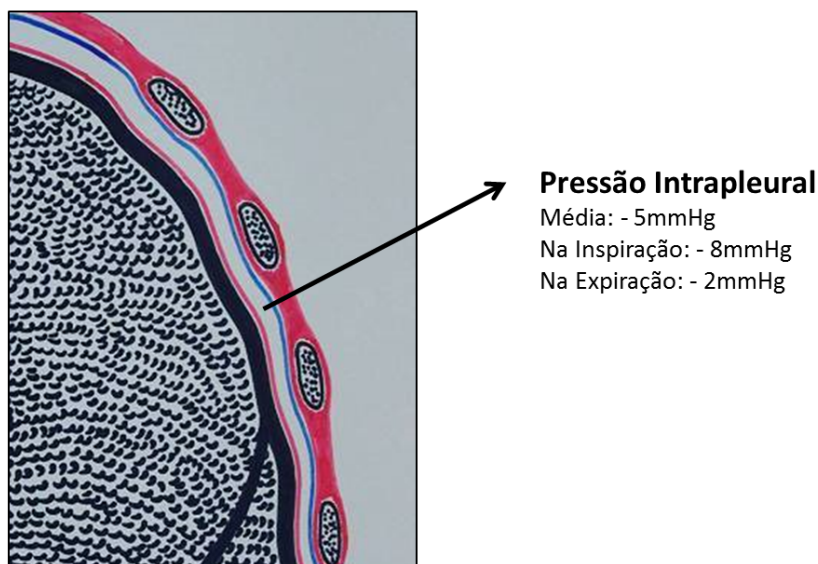
Assim como diversos órgãos do corpo humano, os pulmões estão revestidos e protegidos por membranas. As membranas de tecido conjuntivo que revestem os pulmões são chamadas **Pleuras**. As pleuras estão dispostas em dois folhetos: a **pleura parietal** e a **pleura visceral**. A **pleura parietal** fica em contato direto com a caixa torácica e a **pleura visceral** fica em contato direto com os pulmões. Entre as duas pleuras existe um espaço “virtual” denominado **cavidade pleural** ou espaço intrapleural. Na cavidade pleural circula o **líquido pleural**, que é importantíssimo pra evitar o atrito entre os pulmões e a caixa torácica, permitindo que os pulmões deslizem suavemente sobre a caixa torácica durante a ventilação pulmonar. Além disso, o líquido pleural estabiliza os

dois folhetos pleurais, deixando-os colados através de uma pressão negativa, e isso evita o colapso dos pulmões mantendo-os sempre abertos e permitindo a entrada e saída do ar. Esta pressão negativa é denominada pressão intrapleural.



### Pressão Intrapleural

A pressão intrapleural é a tensão que o líquido pleural estabelece entre as duas pleuras, mantendo os pulmões abertos no interior da caixa torácica. Esta pressão intrapleural é sempre negativa, cerca de 5mmHg menor do que a pressão alveolar. Sendo assim, se na **inspiração** a pressão alveolar é de cerca de -3mmHg, **a pressão intrapleural será de -8mmHg**. Na **expiração** a pressão alveolar é de cerca de +3mmHg, portanto **a pressão intrapleural será de -2mmHg**. O conhecimento da pressão intrapleural é importante para que você entenda as patologias pleurais, pois nos derrames pleuras e no pneumotórax teremos aumento da pressão intrapleural gerando compressão dos pulmões e falta de ar, que em alguns casos (como no pneumotórax hipertensivo) pode levar a pessoa à morte.



## Produção e reabsorção do Líquido Pleural

O líquido pleural é um ultrafiltrado do plasma sanguíneo, que entra na cavidade pleural através dos capilares sanguíneos da pleura parietal e é reabsorvido pelos capilares linfáticos também da pleura parietal. Portanto, tanto a produção quanto a reabsorção do líquido pleural são feitas através da pleura parietal. O volume aproximado do líquido pleural é de cerca de **1 a 20ml** nas cavidades pleurais e estes valores variam de acordo com o peso do indivíduo. Estima-se que estes valores sejam de cerca de 0,1 a 0,2ml/kg para que se tenha um cálculo aproximado da quantidade exata de líquido pleural de acordo com o peso da pessoa.

A composição do líquido pleural é basicamente de proteínas plasmáticas e células brancas. As proteínas encontradas no líquido pleural são a **albumina**, o **fibrinogênio** e as **globulinas** e os tipos celulares presentes ali são os **linfócitos**, os **monócitos** e as **células mesoteliais**.

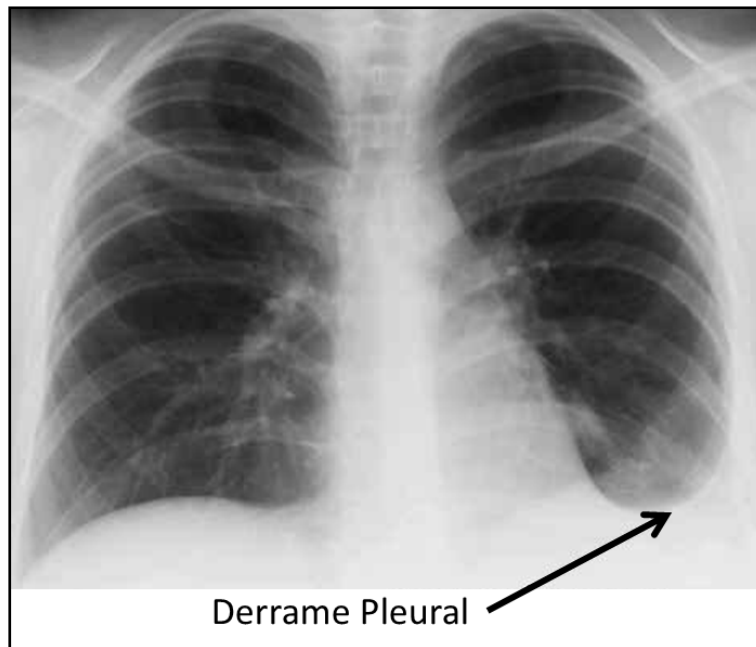
## Derrames Pleurais

Derrame Pleural é o nome dado ao **acúmulo de líquido na cavidade pleural**, provocado pelo aumento de produção de líquido pleural pelos capilares sanguíneos ou pela falha na sua reabsorção pelos capilares linfáticos. O líquido geralmente acumula nas porções basais da cavidade pleural e o sinal radiográfico clássico do derrame pleural é a oclusação dos seios costofrênicos. **Pleurisia** é o nome dado à inflamação das pleuras (que pode ocorrer em infecções e em derrames pleurais) e isso pode gerar um espessamento das pleuras.



Radiografia de Tórax Normal com os seios costofrênicos preservados





Derrame Pleural à esquerda

Outros líquidos podem ocupar a cavidade pleural, conforme abaixo:

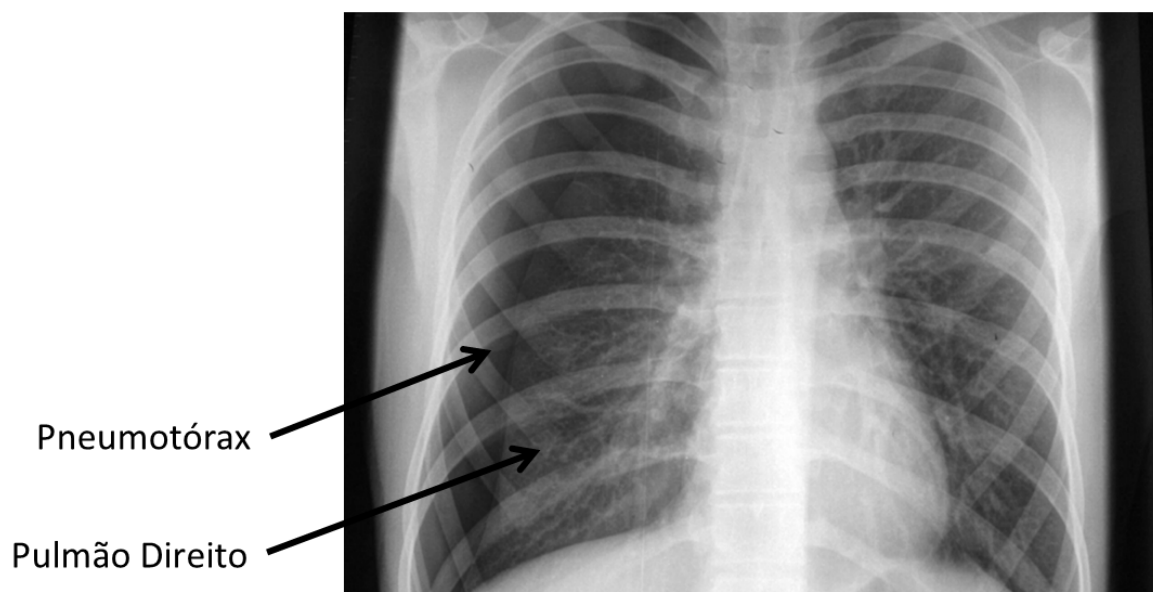
**Hemotórax:** sangue na cavidade pleural

**Empiema Pleural:** pus na cavidade pleural

**Quilotórax:** líquido branco (quilo) gorduroso na cavidade pleural

### Pneumotórax

Pneumotórax (PTX) é o **acúmulo de ar na cavidade pleural** e geralmente é causado por lesões traumáticas do tórax, fraturas de costelas, ferimentos corto-contusos, ferimentos por arma branca e ferimentos por projétil de arma de fogo. A substituição do líquido pleural por ar que ocorre no PTX começará a aumentar as pressões sobre o pulmão, podendo levá-lo ao seu colapso parcial ou completo (atelectasia), e essa condição é conhecida como PTX hipertensivo, e pode levar a pessoa à morte.

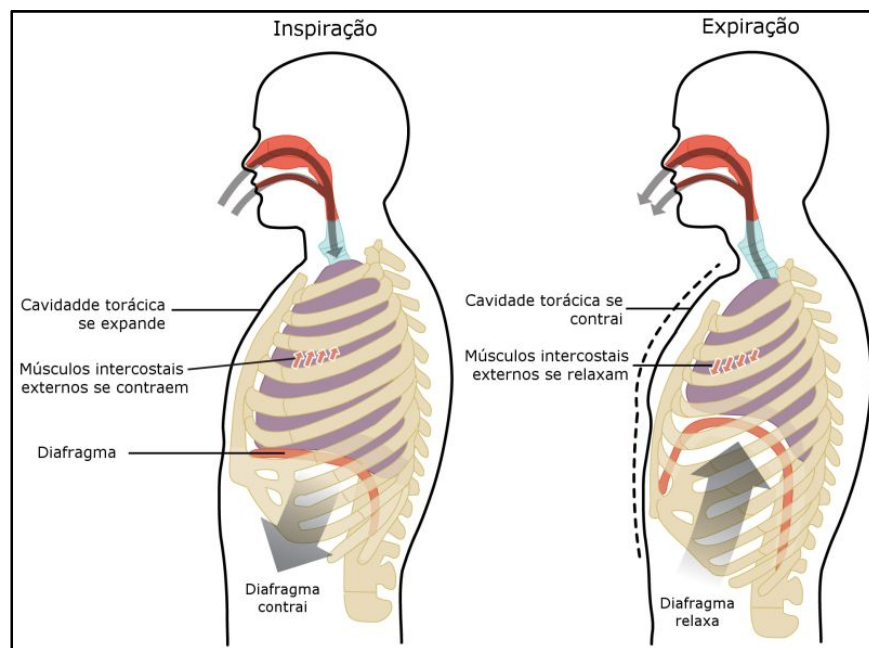


Pneumotórax à direita

## MÚSCULOS DA RESPIRAÇÃO

A ventilação pulmonar corresponde aos movimentos respiratórios de inspiração e expiração do ar para dentro e para fora dos pulmões, respectivamente. Estes movimentos são totalmente dependentes de músculos posicionados no entorno da caixa torácica para movimentá-la, permitindo sua expansão (inspiração) e retração (expiração). Dois elementos são necessários para que estes movimentos ocorram:

1. **Trabalho dos músculos respiratórios** para movimentar a caixa torácica e permitir a inspiração e a expiração;
2. **Diferença de pressão** entre o ar ambiente (pressão atmosférica) e o ar alveolar (pressão intrapulmonar) para que o ar possa entrar e sair dos pulmões.

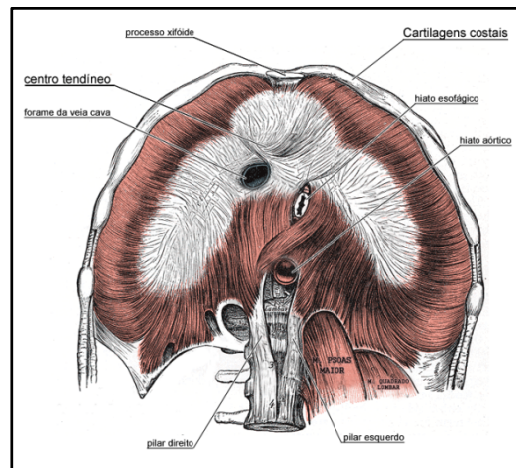
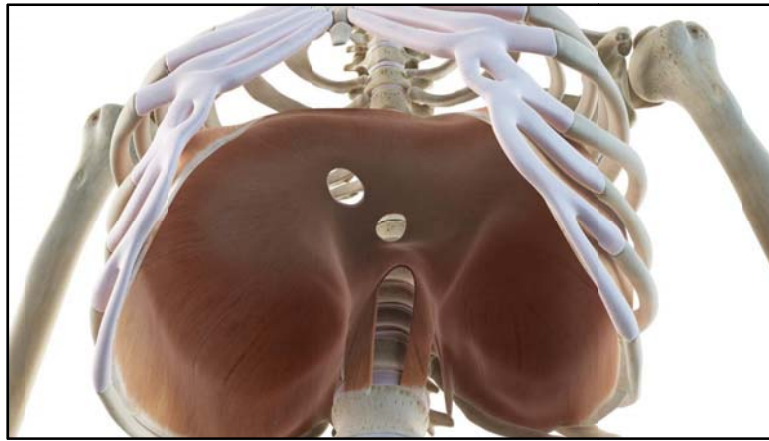


Para facilitar o estudo dos músculos que participam da respiração iremos estudar separadamente cada fase do ciclo respiratório. É importante separarmos este estudo, pois os músculos respiratórios ou farão inspiração, ou farão expiração. Um mesmo músculo não faz os dois movimentos.

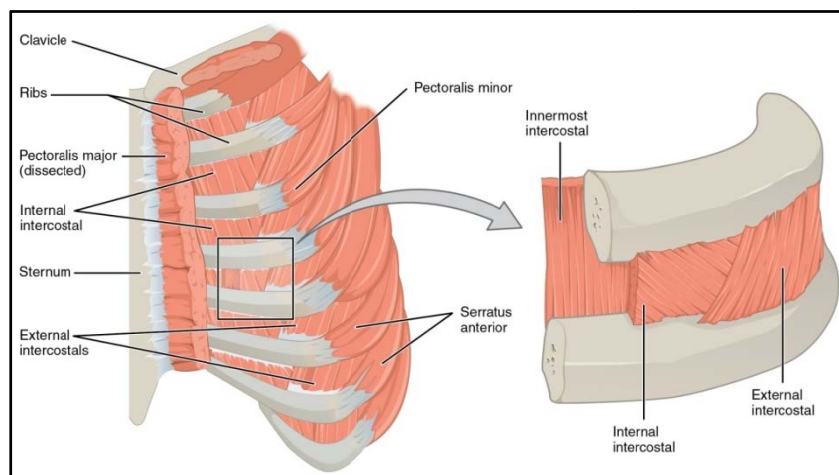
### Inspiração

Durante a inspiração em condições de repouso utilizamos dois músculos: o **Diafragma** e os **Intercostais Externos**. Durante a inspiração forçada utilizamos, além destes, os **Músculos Acessórios** da inspiração.

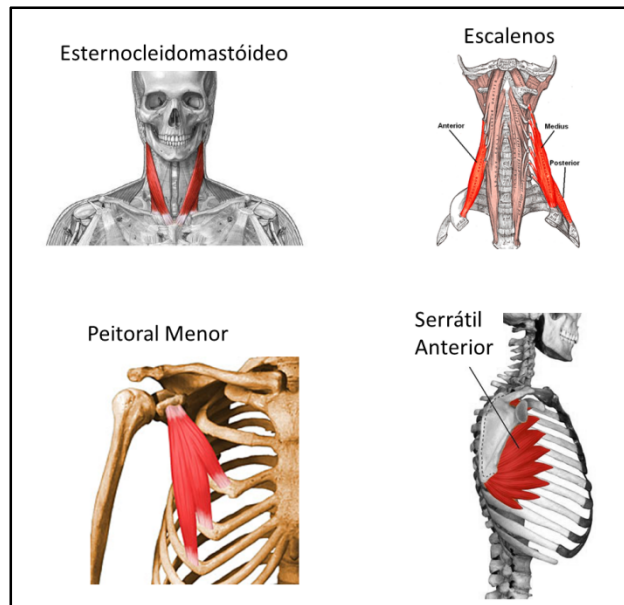
**Diafragma:** é um músculo em forma de cúpula que separa a cavidade torácica da cavidade abdominal. Os pulmões ficam apoiados sobre o Diafragma e toda vez que este músculo contrai ele se movimenta para baixo empurrando as vísceras, favorecendo a expansão dos pulmões no sentido caudal. O diafragma é innervado pelo nervo Frênico (C3-C4-C5) e é responsável por cerca de 70% do trabalho inspiratório.



**Intercostais Externos:** ficam posicionados entre as costelas na porção mais externa da caixa torácica e é responsável por aumentar os espaços costais durante a inspiração. Desta forma este músculo aumenta o diâmetro látero-lateral e ântero-posterior da caixa torácica, permitindo maior expansão dos pulmões.



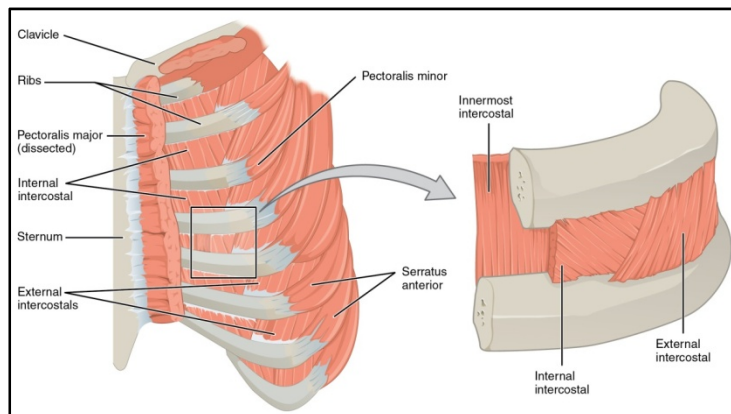
**Músculos Acessórios:** são músculos auxiliares da respiração, utilizados somente em inspirações forçadas ou quando a pessoa está em sofrimento respiratório. Os músculos acessórios principais são o **Esternocleidomastóideo**, os **Escalenos**(Anterior, Médio e Posterior), o **Peitoral Menor** e o **Serrátil Anterior**. Estes músculos ficam inseridos no esterno (no caso do esternocleidomastóideo) ou nas costelas superiores (escalenos, peitoral menor e serrátil anterior) e durante o esforço respiratório elevam a caixa torácica gerando um aumento significativo do volume apical dos pulmões.



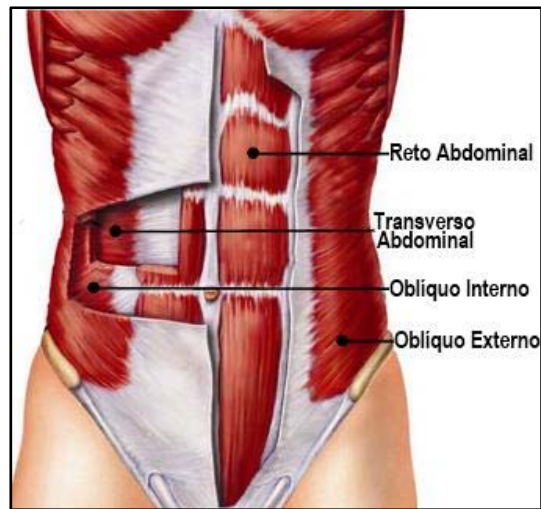
## Expiração

A expiração em condições de repouso é **passiva**, pois não utilizamos músculos para a realização deste movimento. Como os pulmões são elásticos, a própria elasticidade do tecido pulmonar se encarrega de retorná-los ao seu volume original após a inspiração, sem a necessidade de trabalho muscular. Porém, durante a expiração forçada é necessário o trabalho muscular dos **Intercostais Internos** e dos **Músculos Abdominais**.

**Intercostais Internos:** ficam posicionados entre as costelas na porção mais interna da caixa torácica e é responsável por diminuir os espaços costais durante a expiração. Desta forma este músculo diminui o diâmetro látero-lateral e ântero-posterior da caixa torácica, aumentando as pressões sobre os pulmões para expelir o ar de forma forçada.



**Músculos Abdominais:** o abdômen é uma espécie de caixa hidráulica, pois apresenta vísceras e líquido em seu interior. Durante uma expiração forçada os músculos abdominais comprimem as vísceras, que se movimentam para cima. Isso faz com que o diafragma se eleve e gere compressão sobre a base dos pulmões, aumentando as pressões no interior dos pulmões e favorecendo a expulsão do ar de forma forçada. Os músculos abdominais são: o reto abdominal, os oblíquos (externo e interno) e o transverso abdominal.

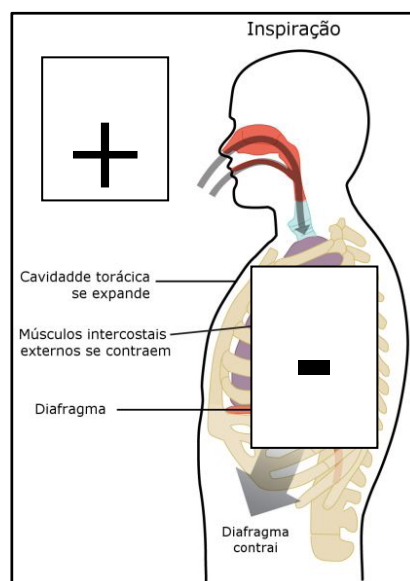


## Pressões Pulmonares

Para que a respiração ocorra, os pulmões são submetidos a diversas pressões, sendo as principais a pressão atmosférica e a pressão alveolar (ou intrapulmonar). É necessário que haja diferença de pressão entre a parte externa (ar ambiente) e interna (alvéolos) dos pulmões para que o ar possa entrar e sair dos pulmões. Portanto para entender melhor este processo devemos estudar separadamente cada fase da respiração, mas é muito fácil de entender como isso ocorre. Lembre-se que os gases SEMPRE se movimentam de um meio de MAIOR pressão, para um meio de MENOR pressão.

### Na inspiração...

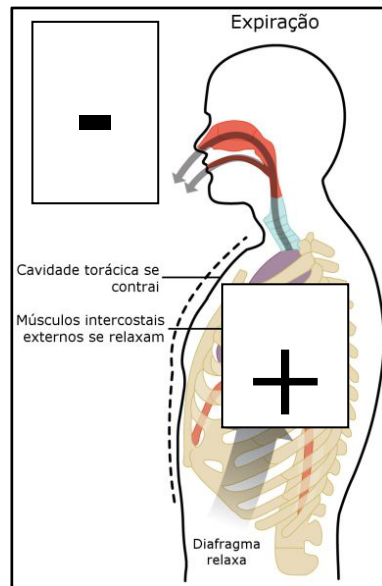
Como os músculos inspiratórios aumentam o volume da caixa torácica, os pulmões se expandem e a pressão em seu interior diminui, ficando menor do que a pressão atmosférica e o ar entra nos pulmões. Na inspiração, **os pulmões apresentam pressão negativa** (menor do que a pressão atmosférica) e o ar ambiente apresenta **pressão positiva** (maior do que a pressão intrapulmonar) e por este motivo o ar consegue entrar nos pulmões.





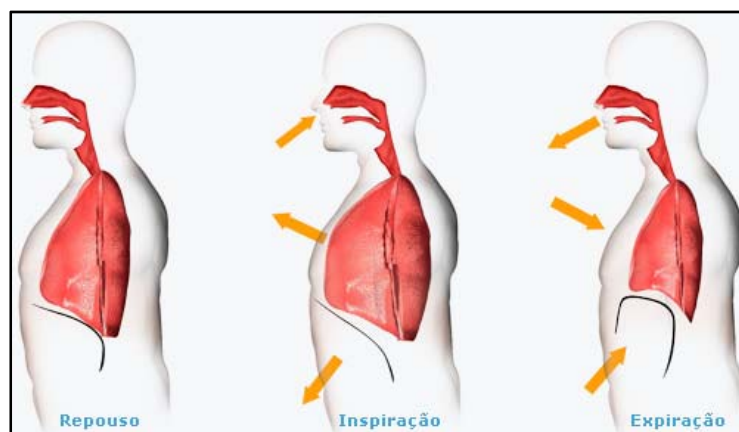
## Na expiração...

A retração do tecido pulmonar diminui o volume da caixa torácica, os pulmões retraem e a pressão em seu interior aumenta, ficando maior do que a pressão atmosférica e o ar sai dos pulmões. Na expiração, **os pulmões apresentam pressão positiva** (maior do que a pressão atmosférica) e **o ar ambiente apresenta pressão negativa** (menor do que a pressão intrapulmonar) e por este motivo o ar consegue sair dos pulmões.



## VOLUMES E CAPACIDADES PULMONARES

Para entender como os pulmões conseguem expandir e retrair durante a ventilação pulmonar e como ocorrem as patologias do sistema respiratório é importante que tenhamos em mente os conceitos e práticas sobre os **volumes e capacidades pulmonares**, ou seja, os limites inspiratórios e expiratórios. A todo momento, os pulmões estão submetidos a pressões externas e internas para que o ar possa entrar e sair, e assim manter as trocas gasosas entre o ar ambiente e os pulmões. Este movimento que permite que o ar entre e saia dos pulmões é denominado **ventilação pulmonar** e compreende duas fases, **a inspiração** (entrada do ar nos pulmões) e **a expiração** (saída de ar dos pulmões). Quando realizamos uma inspiração seguida de uma expiração teremos um ciclo ventilatório, que deve ser contínuo durante toda a vida do indivíduo.



A quantidade de ciclos ventilatórios que realizamos em 1 minuto é chamada **frequência respiratória (FR)**, e em condições normais a FR é de cerca de 12 a 16 respirações por minuto (RPM). Sendo assim, os volumes de ar que entram e saem dos pulmões são extremamente variáveis de acordo com a idade, sexo, atividade física ou doença. Temos 4 volumes que agem sobre os pulmões, são eles: o **volume corrente (VC)**, o **volume de reserva inspiratório (VRI)**, o **volume de reserva expiratório (VRE)** e o **volume residual (VR)**.

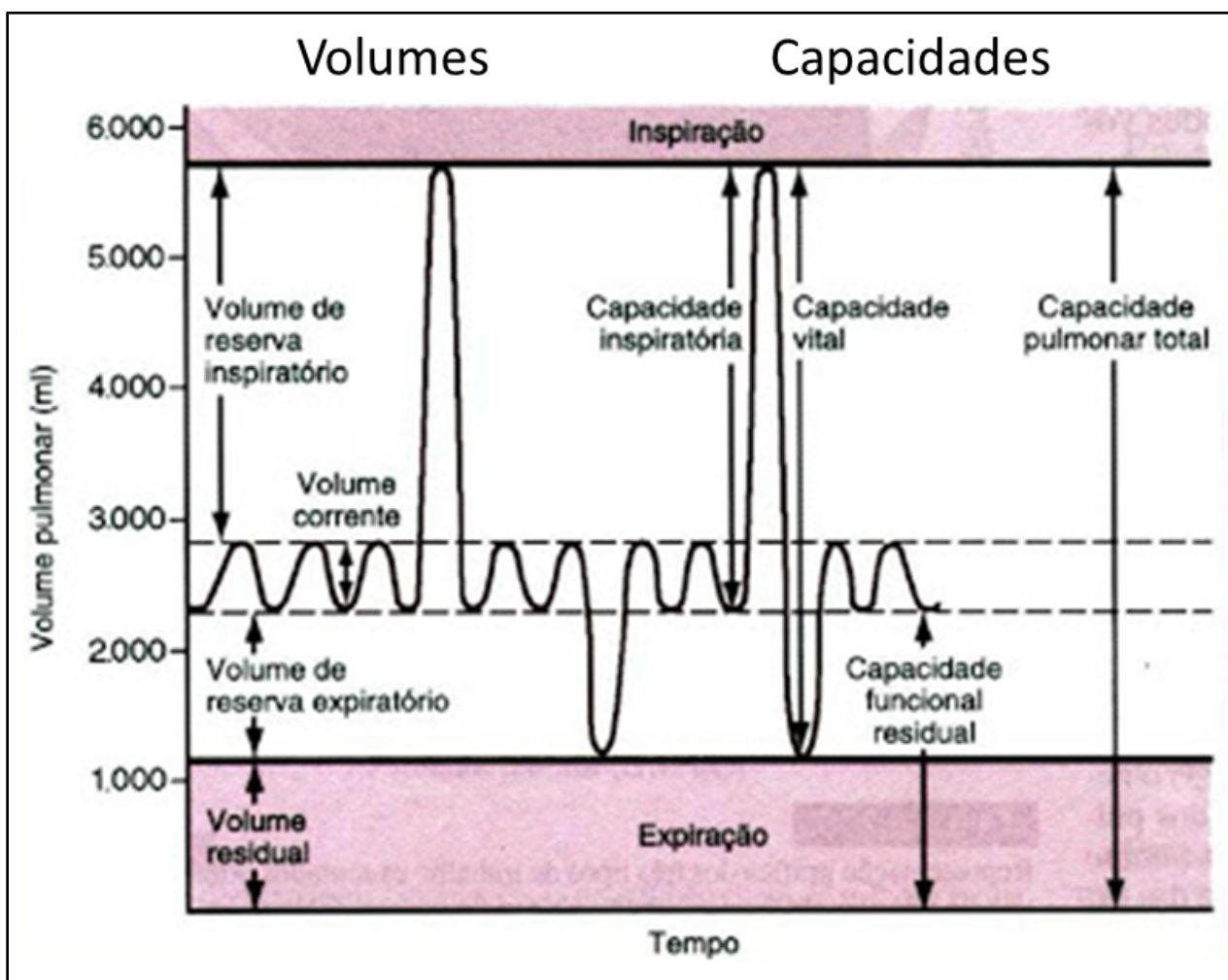
## Volumes Pulmonares

**Volume Corrente (VC):** é a quantidade de ar que entra e sai dos pulmões durante um ciclo ventilatório (inspiração e expiração) e corresponde a cerca de 500ml;

**Volume de Reserva Inspiratório (VRI):** é a quantidade de ar que pode entrar nos pulmões após uma inspiração corrente, e em uma inspiração máxima o VRI pode chegar a 3000ml;

**Volume de Reserva Expiratório (VRE):** é a quantidade de ar que pode sair dos pulmões após uma expiração corrente, e em uma expiração máxima o VRE pode chegar a 1100ml;

**Volume Residual (VR):** é a quantidade de ar que permanece no interior dos pulmões, mesmo após uma expiração forçada máxima. O VR é de cerca de 1200ml.



## Capacidades Pulmonares

Representam a soma de dois ou mais volumes pulmonares, e são importantíssimos durante a prova de função pulmonar (espirometria), para detectar doenças obstrutivas e/ou restritivas do sistema respiratório.

Capacidade Inspiratória (CI): é a soma do VC e do VRI;

Capacidade Residual Funcional (CRF): é a soma do VRE e do VR;

Capacidade Vital (CV): é a soma do VC, do VRI e do VRE;

Capacidade Pulmonar Total (CPT): é a soma de todos os volumes pulmonares (VC, VRI, VRE e VR) e em condições normais é de cerca de 5800ml.

*“Não existem fronteiras para quem quer atingir um objetivo. Seja um pássaro e voe alto, pois seus objetivos estão mais perto do que você imagina. Faça uma pergunta para você mesmo: - Eu quero? Por que se você quer, você pode! Portanto não pergunte: - Eu quero? Afirme: -Eu posso, eu consigo!!!” – Rogério Gozzi*

## Bibliografia

- Ângelo Machado – Neuroanatomia Funcional
- Dorland – Dicionário Médico
- Tortora & Derrickson – Princípios de Anatomia e Fisiologia
- Guyton – Fisiologia Humana
- Fox – Fisiologia Humana
- Kapit - Anatomia: Manual para Colorir
- Netter - Atlas de Anatomia Humana
- Rohen/Yokochi - Anatomia Humana: Atlas Fotográfico
- Sobotta - Atlas de Anatomia Humana
- Spence - Anatomia Humana Básica
- Wolf-Heideger - Atlas de Anatomia Humana



**ANATOMIA FÁCIL**