



SISTEMA RESPIRATÓRIO

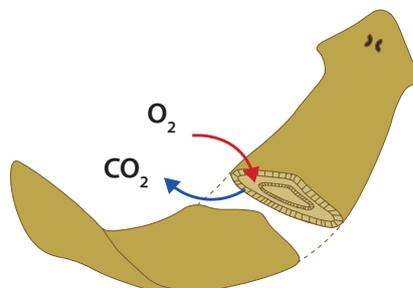
As células obtêm energia a partir do processo de respiração celular. Nesse processo, moléculas de glicose, principalmente, são decompostas até gás carbônico e água, com auxílio do oxigênio, sendo formadas moléculas de ATP que são usadas no metabolismo celular e orgânico.

A ocorrência da respiração envolve trocas gasosas, isto é, o organismo precisa obter oxigênio e eliminar o gás carbônico produzido no processo. Essa troca de gases é a função do sistema respiratório e o local onde essa troca ocorre constitui a chamada superfície respiratória.

Tipos de Sistema Respiratório

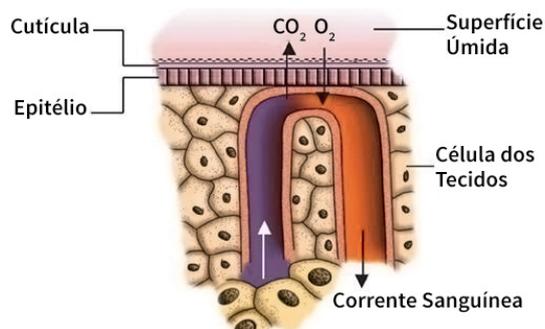
No Reino Animal, ocorrem diversos tipos de sistemas respiratórios.

Difusão Simples – as trocas gasosas são feitas através do revestimento corporal, entre as células e o meio externo. Isso ocorre nos protozoários, esponjas, celenterados, platelmintos e nematelmintos. Nos celenterados, os gases difundem-se da superfície corporal para as células mais internas.



Respiração por difusão em planária

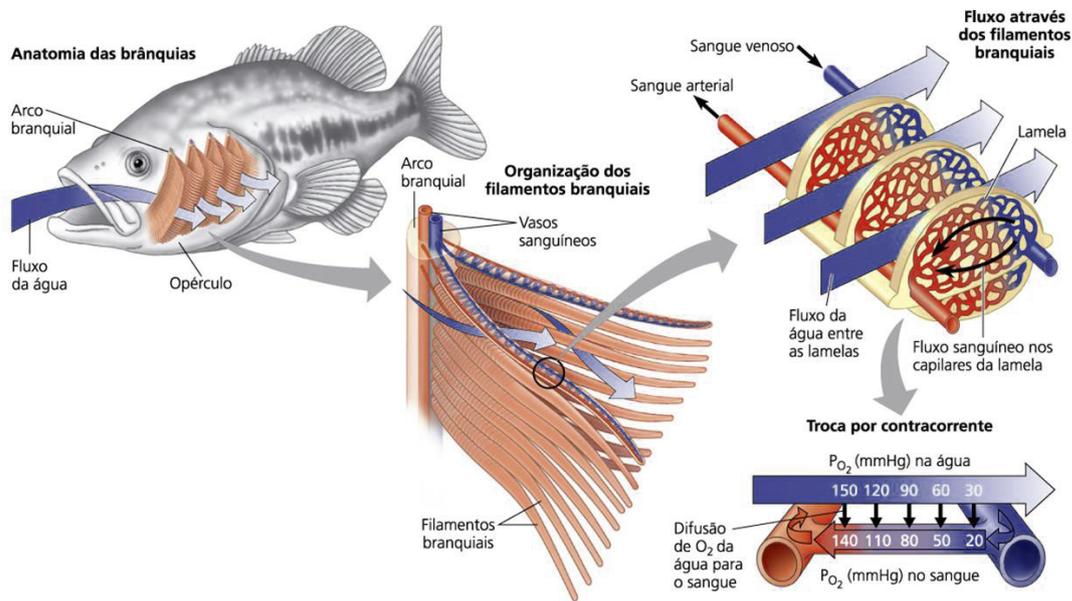
Respiração Cutânea – as trocas são realizadas através da epiderme permeável, onde abaixo dela o tecido é altamente vascularizado. Os gases respiratórios migram dos capilares para o exterior através da epiderme e vice-versa. Ocorre em anelídeos oligoquetas e hirudíneos. No grupo dos vertebrados aparece nos anfíbios.



Respiração cutânea

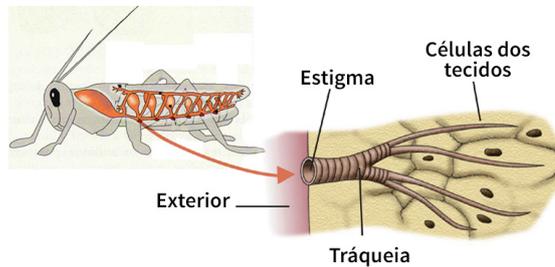


Respiração Branquial – aparece na maioria dos animais aquáticos, como crustáceos, moluscos e peixes. As brânquias são estruturas altamente vascularizadas e as trocas gasosas ocorrem entre a água e o sangue, através do epitélio que recobre as brânquias.



Respiração Branquial em peixes

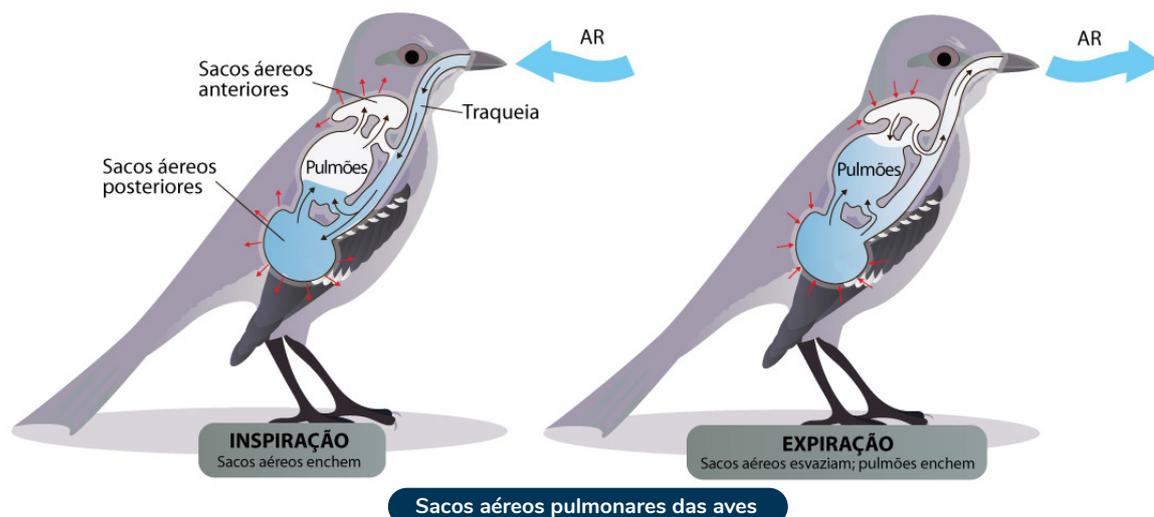
Respiração Traqueal – este sistema é constituído por finos canais denominados traqueias. As trocas ocorrem diretamente entre o ar e os tecidos, não havendo participação do sistema circulatório. Encontrado em insetos, aracnídeos, diplópodes e quilópodes.



Sistema respiratório traqueal em insetos – detalhe de uma traqueia

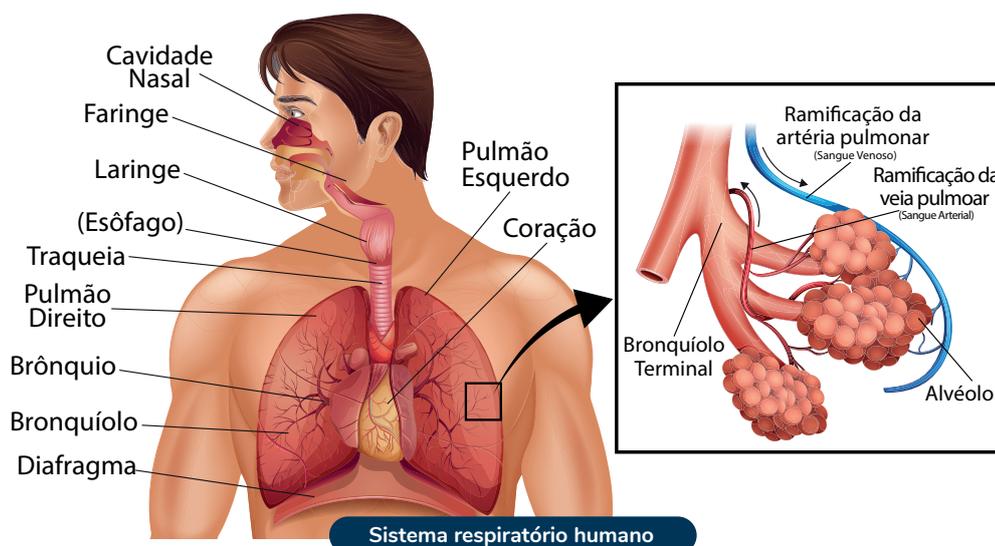
Respiração Pulmonar – aparece nos tetrápodes e é formada pelo conduto aerífero e pelos pulmões. Estes são constituídos pelos alvéolos pulmonares, que são câmaras microscópicas envolvidas por numerosos capilares sanguíneos, onde ocorrem as trocas gasosas.

Nas aves, as membranas que revestem os pulmões, prolongam-se pela cavidade abdominal, constituindo uma adaptação ao voo. Para tornar-se mais leve, a ave preenche o espaço dos **sacos aéreos**, diminuindo sua densidade em relação ao ar, facilitando sua flutuação.



Respiração Humana

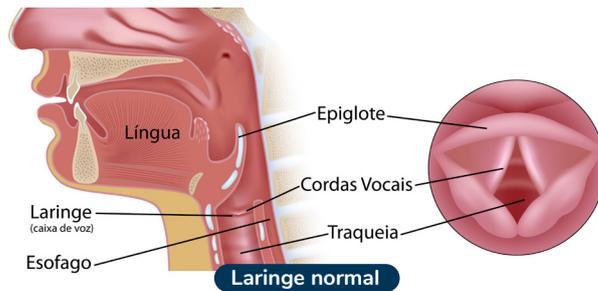
O sistema respiratório humano é constituído pelas fossas nasais, faringe, laringe, traqueia, brônquios, bronquíolos e pulmões.



As **fossas nasais** são duas cavidades revestidas por um epitélio que produz um muco que flui constantemente para o fundo da garganta e é engolido juntamente com a saliva. O muco desempenha papel importante no processo respiratório: retém as partículas sólidas e bactérias presentes no ar inalado. Além disso, o epitélio nasal é vascularizado para que o ar seja aquecido antes de passar para as vias aéreas posteriores.

A **faringe** é um canal comum ao sistema respiratório e digestório. O ar inspirado pelas narinas ou pela boca passa obrigatoriamente pela faringe que o conduz até a laringe.

A **laringe** é um conduto que apresenta anéis de cartilagem articulados. Nos mamíferos, o revestimento interno da laringe apresenta dobras, as cordas vocais, que permitem a emissão de sons. No ser humano, os sons produzidos na laringe são modificados pela ação da faringe, boca e língua, o que permite a articulação das palavras.



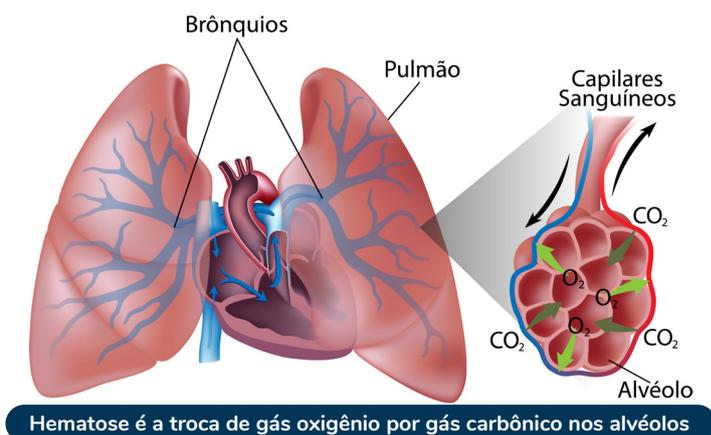
A **traqueia**, também com anéis cartilagosos, bifurca-se na região superior do peito, formando os **brônquios** que, também são reforçados por anéis cartilagosos e conduzem o ar para dentro dos pulmões. Tanto a traqueia quanto os brônquios são revestidos por um epitélio ciliado que retém eventuais partículas sólidas e bactérias que passaram pelas narinas. Nos **pulmões**, os brônquios se ramificam intensamente, formando os bronquíolos, que constituem um conjunto semelhante a uma árvore, chamado por isso de árvore respiratória. Cada **bronquíolo** termina numa bolsa denominada alvéolo pulmonar.



O pulmão é um órgão esponjoso, envolto por duas membranas: as pleuras. A interna está aderida à superfície pulmonar e a externa está aderida à parede da caixa torácica. Entre elas há um espaço preenchido por um líquido que permite o deslizamento de uma sobre a outra durante os movimentos respiratórios, ao mesmo tempo que mantém as duas unidas pela tensão superficial do líquido.

Separando a caixa torácica da cavidade abdominal está o músculo **diafragma**, presente apenas nos mamíferos. A base dos pulmões se apoia sobre o diafragma.

Cada pulmão é formado por cerca de 150 milhões de alvéolos pulmonares, pequenas bolsas formadas por uma única camada de células achatadas recobertas por capilares sanguíneos, onde ocorrem as trocas gasosas (**hematose**). Nesse processo, o gás oxigênio difunde-se dos alvéolos para o sangue e o gás carbônico faz o caminho inverso.





Mecânica da Respiração em Mamíferos

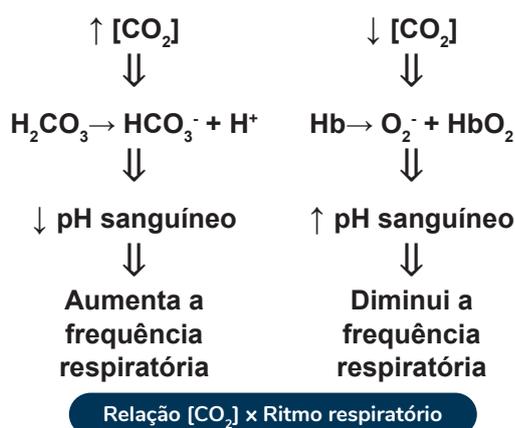
- ▶ **Inspiração:** A entrada de ar nos pulmões se dá pela contração do diafragma e dos músculos intercostais. O diafragma abaixa e as costelas levantam o que aumenta o volume da caixa torácica, forçando o ar a entrar nos pulmões.
- ▶ **Expiração:** Na expiração os músculos intercostais se relaxam, as costelas abaixam e o diafragma, agora relaxado se eleva, diminuindo o volume da caixa torácica, expulsando assim o ar dos pulmões.

A respiração é controlada automaticamente pelo sistema nervoso, apesar de que é possível, conscientemente, durante certo tempo, aumentar ou diminuir o ritmo respiratório, ou mesmo interromper os movimentos respiratórios. Após prender a respiração por um certo tempo, somos forçados a voltar a respirar, independentemente da nossa vontade.

O centro nervoso que controla a respiração está localizado na medula espinhal. Em condições normais, o sistema nervoso envia um impulso a cada 5 segundos, estimulando uma inspiração. Quando praticamos um exercício, os músculos necessitam de uma quantidade maior de oxigênio para produção de energia, que irá alimentar a contração muscular. O aumento da respiração celular produz maior quantidade de gás carbônico, aumentando a acidez do sangue. O aumento da acidez estimula o centro respiratório que, por sua vez, aumenta o ritmo dos movimentos respiratórios.

Se acontecer uma diminuição acentuada do nível de oxigênio no sangue, o ritmo respiratório também é aumentado. A diminuição de gás oxigênio é detectada por receptores químicos existentes na aorta e na carótida. Esses receptores enviam, então, mensagens ao centro respiratório medular, a fim de que este aumente o ritmo respiratório.

Desta forma:



Analisando o esquema acima, o aumento da concentração de CO_2 no sangue provoca aumento de íons H^+ e o plasma tende ao pH ácido. Se a concentração de CO_2 diminui, o pH do plasma sanguíneo tende a se tornar mais básico (ou alcalino).



Se o **pH** está **abaixo** do normal (**acidose**), o centro respiratório é **excitado**, aumentando a frequência e a amplitude dos movimentos respiratórios. O aumento da ventilação pulmonar determina eliminação de maior quantidade de CO_2 , o que eleva o pH do plasma ao seu valor normal.

Caso o pH do plasma esteja acima do normal (alcalose), o centro respiratório é **deprimido**, diminuindo a frequência e a amplitude dos movimentos respiratórios. Com a diminuição na ventilação pulmonar, há retenção de CO_2 e maior produção de íons H^+ , o que determina queda no pH plasmático até seus valores normais.

A ansiedade e os estados ansiosos promovem liberação de adrenalina que, frequentemente levam também à hiperventilação, algumas vezes de tal intensidade que o indivíduo torna seus líquidos orgânicos alcalóticos (básicos), eliminando grande quantidade de dióxido de carbono, precipitando, assim, contrações dos músculos de todo o corpo.

CIENTISTAS DESCOBREM UMA NOVA FUNÇÃO DOS PULMÕES: PRODUZIR SANGUE

Ao pensarmos na função dos pulmões, rapidamente nos lembramos da sua importância no sistema respiratório, assim como quando pensamos na medula óssea a relacionamos com a produção de sangue. A essa altura do texto, você já deve estar pensando em “Qual a relação entre esses dois órgãos, Jubilit?”. Correto? De fato eles estão muito relacionados... Segundo um estudo publicado na renomada Revista Nature, os **pulmões** além de fundamentais no sistema respiratório, desempenham funções na produção sanguínea também!

Cientistas da Universidade da Califórnia (São Francisco - Estados Unidos) realizaram o estudo através de **microscopia de vídeo** no pulmão de um camundongo vivo e demonstraram que os pulmões são também responsáveis pela produção de plaquetas. As plaquetas são responsáveis pelo processo de coagulação sanguínea, o que em um processo de hemorragia, por exemplo, auxilia na interrupção do sangramento.



O objetivo inicial do estudo era examinar as interações do **sistema imunológico** com as plaquetas presentes nos pulmões de camundongos, utilizando marcadores que emitem fluorescência. Curiosamente os cientistas observaram nos pulmões uma quantidade enorme de megacariócitos – células de grande dimensão responsáveis pela produção



de plaquetas. Através do acompanhamento dos megacariócitos, foi constatado que os pulmões são responsáveis por 50% da produção total de plaquetas no corpo dos camundongos, o que corresponde a cerca de **10 milhões de plaquetas por hora**.

Após esta descoberta, os pesquisadores passaram a observar “a viagem” das células dos pulmões para a medula **óssea**, e isto foi realizado através de 3 experimentos:

- ▶ **1º experimento:** transplante de pulmões de camundongos normais para camundongos com megacariócitos fluorescentes;
- ▶ **2º experimento:** transplante de pulmões de camundongos com megacariócitos fluorescentes para camundongos com poucas plaquetas;
- ▶ **3º experimento:** transplante de pulmões de camundongos com fluorescência em todas as células, para camundongos cuja medula óssea não possuía células-tronco (células que podem se diferenciar em diversos tipos de células com funções específicas) normais.

No transplante de pulmões de camundongos normais para camundongos com megacariócitos fluorescentes (1º experimento), eles puderam constatar que os megacariócitos eram originados na medula óssea e viajavam até os pulmões para produzirem plaquetas.

O resultado do 2º experimento, **transplante de pulmões de camundongos com megacariócitos fluorescentes para camundongos com poucas plaquetas**, foi o reestabelecimento rápido dos baixos níveis das plaquetas para níveis normais. Os pesquisadores concluíram que as células progenitoras (capazes de se diferenciarem em uma outra célula, assim como as células-tronco) dos megacariócitos produziram células saudáveis capazes de reestabelecer a produção adequada de plaquetas.

Por fim, o 3º experimento, **o transplante de pulmões de camundongos com fluorescência em todas as células, para camundongos cuja medula óssea não possuía células-tronco normais**, mostraram a rápida viagem das células com fluorescência dos pulmões transplantados para a medula óssea danificada, produzindo além de plaquetas, outras células do sistema imunológico, como neutrófilos, linfócitos T e B.

Este é o primeiro estudo que descreve células progenitoras de sangue nos pulmões. Eles, que antes eram lembrados somente por conta do sistema respiratório, além de possuírem células progenitoras de sangue, são capazes de reabastecer uma medula óssea danificada e restaurar a produção de muitos componentes sanguíneos relacionados ao sistema imunológico.

Tratar doenças sanguíneas a partir de plaquetas produzidas nos pulmões e descobrir como os pulmões e a medula óssea podem, em conjunto, produzir um sistema sanguíneo saudável, devem ser os próximos questionamentos respondidos a respeito do assunto, o que representa um grande avanço na medicina e uma grande esperança para pacientes com doenças relacionadas ao sistema sanguíneo.

Fontes: Nature, USP.

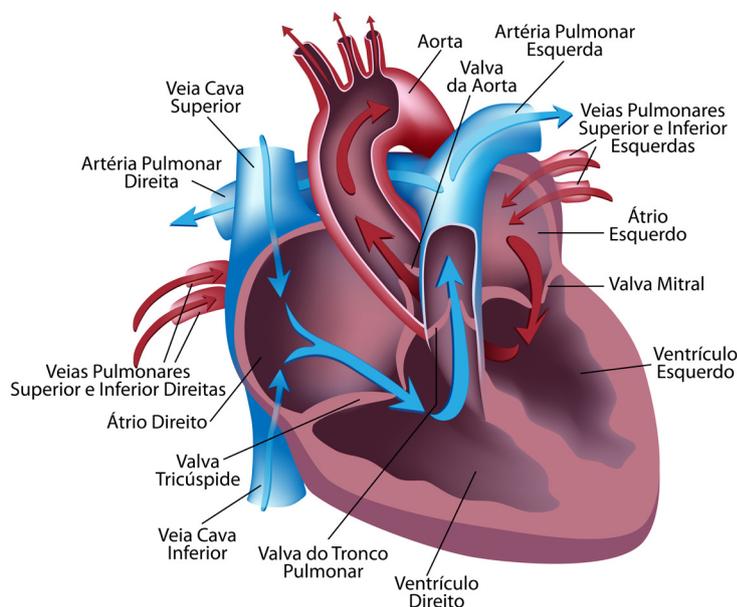


SISTEMA CIRCULATÓRIO

A circulação é responsável pela disseminação de alimentos, do oxigênio e da retirada dos restos formados pelas atividades celulares. Esse trabalho é executado pelo **sangue**. No ser humano, como em todos os mamíferos, a circulação é feita através de um sistema fechado de vasos sanguíneos, cujo núcleo funcional é o coração.

O sistema circulatório humano é formado pelo **coração** e pelos **vasos sanguíneos**: veias, artérias e capilares.

Coração: O coração é um órgão muscular oco, revestido por uma dupla camada serosa chamada pericárdio, que funciona como uma “bomba” que faz o sangue circular pelo organismo. É dividido em 4 cavidades: 2 cavidades superiores chamadas átrios, que recebem sangue das veias e 2 cavidades inferiores chamadas ventrículos, que expulsam o sangue do coração através das artérias.



Corte transversal de um coração humano

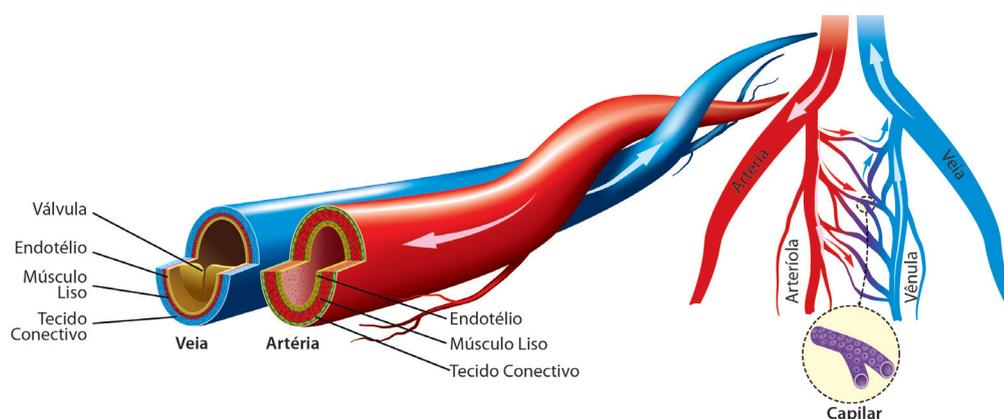
Os lados direito e esquerdo do coração não se comunicam entre si. Desta forma, é possível a circulação independente em cada lado: do lado direito do coração circula apenas sangue venoso (sangue carregado de CO_2) e do lado esquerdo circula apenas sangue arterial (sangue carregado de O_2).

O coração, como citado anteriormente, funciona como uma bomba para o sangue. Ele possui esta capacidade por ser um órgão muscular, que constantemente está “bombando” o sangue. As **sístoles** são movimentos de contração do miocárdio e as **diástoles** são movimentos de relaxamento do miocárdio. Quando os átrios estão em sístole, os ventrículos estão em diástole e vice-versa. Desta forma, o coração o fluxo contínuo de sangue para todo o organismo.

Vasos sanguíneos: São estruturas formadas por camadas de tecidos conjuntivos e musculares, cuja função é conduzir o sangue pelo organismo. Podem ser de três tipos:



- ▶ **Veias:** Vasos de parede fina, que conduzem o sangue de diversas partes do organismo para o coração. Podem possuir válvulas que auxiliam no retorno do sangue das pernas ao coração. As veias podem se ramificar em vasos mais finos chamados vênulas.
- ▶ **Artérias:** Vasos de parede espessa, que conduzem o sangue do coração para as diversas partes do organismo. As artérias podem se ramificar em vasos mais finos chamados arteríolas.
- ▶ **Capilares:** São vasos de diâmetro muitíssimo reduzido, constituindo as últimas ramificações das arteríolas e vênulas. São os capilares que põem em comunicação os sistemas arterial e venoso.

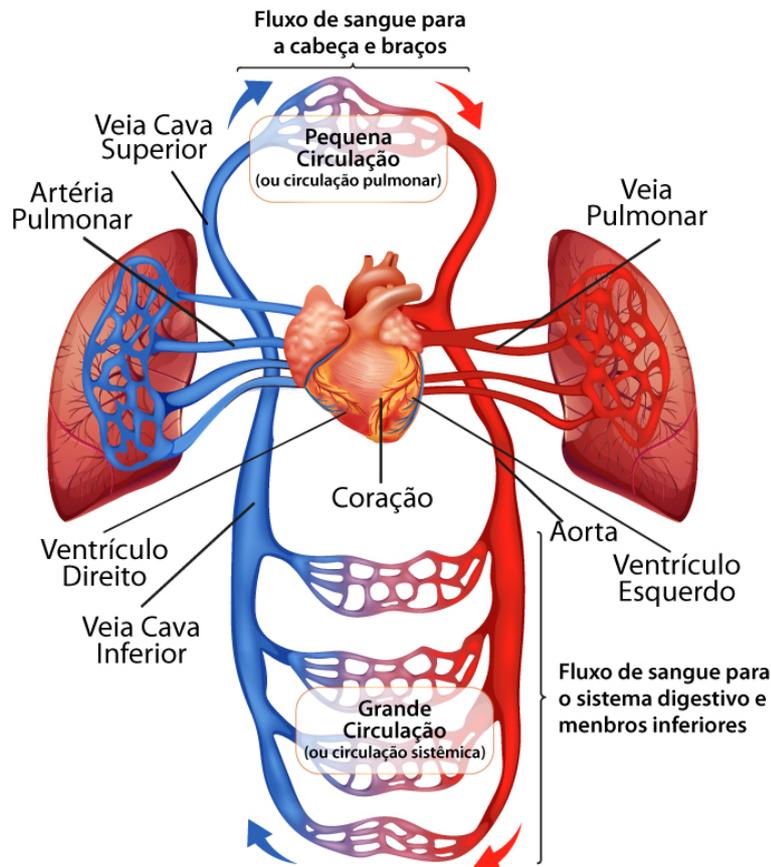


PEQUENA E GRANDE CIRCULAÇÃO:

O sistema circulatório encontra-se dividido em: **Circulação Pulmonar** (pequena circulação) e **Circulação Sistêmica** (grande circulação).

- ▶ **Circulação pulmonar:** tem como função a descarboxilação do sangue (libertação de CO_2) e a sua oxigenação (ganho de O_2) nos pulmões. Esta circulação começa com a saída do sangue do ventrículo direito pela artéria pulmonar, passagem do sangue pelos pulmões (com trocas gasosas – **hematose pulmonar**) e o regresso do sangue ao coração, ao átrio esquerdo, através das veias pulmonares.
- ▶ **Circulação sistêmica:** tem como função a distribuição de oxigênio e nutrientes por todas as células do organismo. O sangue arterial sai do ventrículo esquerdo, pela artéria aorta para todo o corpo e regressa ao coração, mais concretamente ao átrio direito (agora rico em CO_2 e pobre em O_2 – venoso) pela veia cava inferior, da parte inferior do corpo e pela veia cava superior, da parte superior do corpo (cabeça).

As artérias que levam o sangue ao miocárdio (nutrientes e O_2) para o próprio coração chamam-se coronárias. Os vasos sanguíneos que levam o sangue do coração para a cabeça chamam-se **jugulares**.

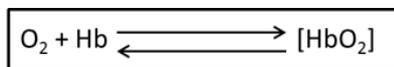


Esquema da circulação pulmonar e sistêmica

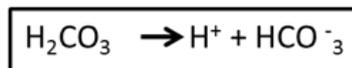
Fenômenos Químicos da Circulação

O transporte de gases respiratórios pelo sangue depende da ocorrência de reações químicas uma vez que o CO_2 é muito mais solúvel em água que o O_2 . Logo, existem formas diferentes de transportar estes gases através do sangue.

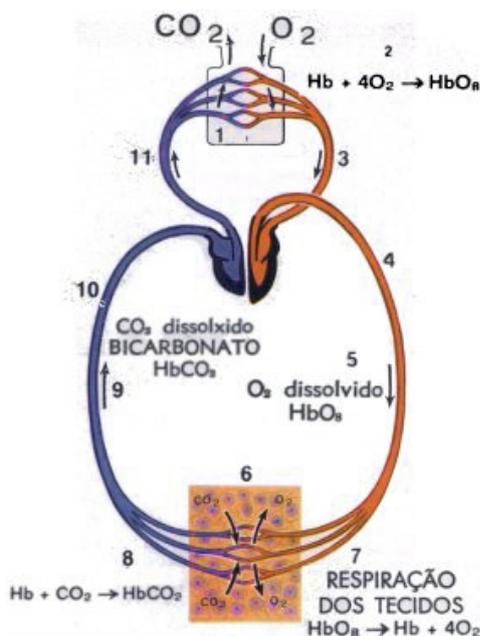
O oxigênio (O_2) é transportado principalmente ligado à hemoglobina, na forma de **oxihemoglobina**, pelas hemácias.



O gás carbônico (CO_2) é transportado principalmente pelo plasma sanguíneo, solubilizado em água e dissociado na forma de íons carbonato (HCO_3^-).



Seguindo então este padrão, ocorrem diversas reações químicas ao mesmo tempo, que tem por objetivo manter a homeostase orgânica.



Trocas gasosas no organismo:

1-Pulmões; 2-Hematose $Hb + 4O_2 = HbO_4$; 3-Veia pulmonar; 4-Aorta; 5- O_2 dissolvido - HbO_4 ; 6-Células e tecidos; 7-Respiração dos tecidos $HbO_4 = Hb + 4O_2$; 8-Eliminação do anidrido carbônico $Hb + CO_2 = HmCO_2$; 9-Anidrido carbônico dissolvido, bicarbonatos, $HbCO_2$; 10-Veia cava; 11-Artéria pulmonar.

CIRCULAÇÃO LINFÁTICA

Constitui uma via acessória pela qual líquidos podem fluir dos espaços intersticiais para o sangue ou vice-versa. Podem remover proteínas e grandes materiais particulados dos espaços teciduais. Os tecidos e órgãos que produzem armazenam e transportam células (**linfócitos**) que combatem infecções e doença. Desempenha papel importante nas defesas do corpo contra a infecção e alguns outros tipos de doença, inclusive o câncer. O sistema linfático inclui:

- ▶ Medula óssea,
- ▶ Nódulos linfáticos; Linfonodos (às vezes chamados de 'glândulas linfáticas') ou Gânglios linfáticos.
- ▶ Vasos e Capilares linfáticos que transportam linfa, líquido rico em anticorpos.
- ▶ Órgãos como **amígdalas** (tonsilas), **adenoides**, **baço** e timo (tecido conjuntivo reticular linfoide: rico em linfócitos).



Para pensar: não entregue seu miocárdio a quem só quer sua epiderme!

O coração é formado por dois lados distintos: o lado direito bombeia sangue para os pulmões, já o esquerdo, bombeia o sangue para todas as outras partes do corpo. Cada um desses dois lados é formado por duas câmaras separadas: o átrio e o ventrículo. Os átrios funcionam como bombas explosivas que servem para forçar a passagem do sangue adicional para os ventrículos, antes que ocorra a contração ventricular. Os ventrículos contraem com grande força, após fração de segundos, bombeando o sangue para os pulmões ou para a circulação sistêmica.