

Sistema de transporte

Jorge Oliveira & Catarina Coelho

Departamento de Zootecnia, Engenharia Rural e Veterinária



Introdução

Nos animais todos os sistemas de transporte apresentam 3 componentes:

- ✓Fluído circulante (hemolinfa ou sangue) que distribui os nutrientes,
- ✓Coração
- ✓Vasos, onde ocorre, em parte ou no todo, a circulação do fluído

Introdução

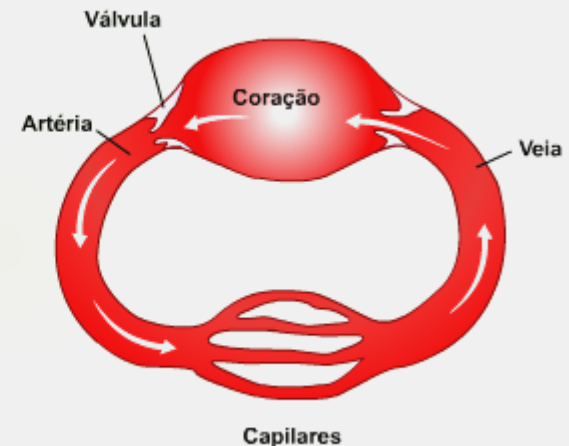
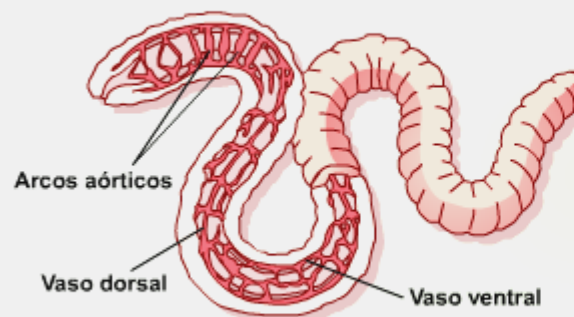
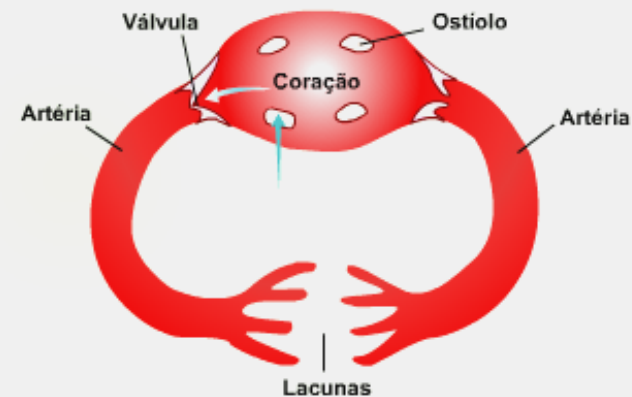
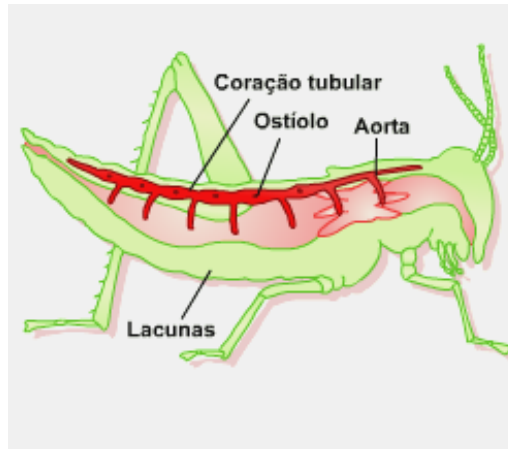
Funções do sistema de transporte:

- ✓ Transportar os nutrientes desde a superfície de absorção ou órgão de reserva até às células,
- ✓ Transportar o oxigénio desde a superfície respiratória até às células,
- ✓ Remover as substâncias de excreção,
- ✓ Transportar substâncias produzidas em algumas células específicas para outras onde são necessárias (hormonas)

Tipo de sistema de transporte

Existem dois tipos de sistemas de transporte:

- ✓ aberto
- ✓ fechado



Tipo de sistema de transporte

Sistema de transporte aberto ou lacunar:

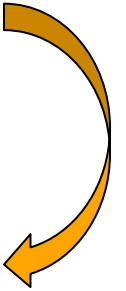
- o sangue e a linfa encontram-se misturados formando um fluído, chamado hemolinfa.
- o fluído abandona os vasos e espalha-se pela cavidade corporal (hemocélio) banhando os vários órgãos para se realizarem as trocas necessárias.
- o coração tem forma tubular e posição dorsal, recebe a hemolinfa e com uma contração impulsiona-a para a aorta dorsal que depois segue para o hemocélio.
- após contração o coração relaxa gerando uma força de sucção acompanhada da abertura dos ostíolos que força a hemolinfa a entrar novamente no coração.

Tipo de sistema de transporte

Eficiência metabólica dos insectos

Apesar de apresentarem um sistema circulatório aberto – pouco eficiente, conseguem atingir taxas metabólicas muito elevadas

O transporte dos gases é da responsabilidade dos sistema respiratório

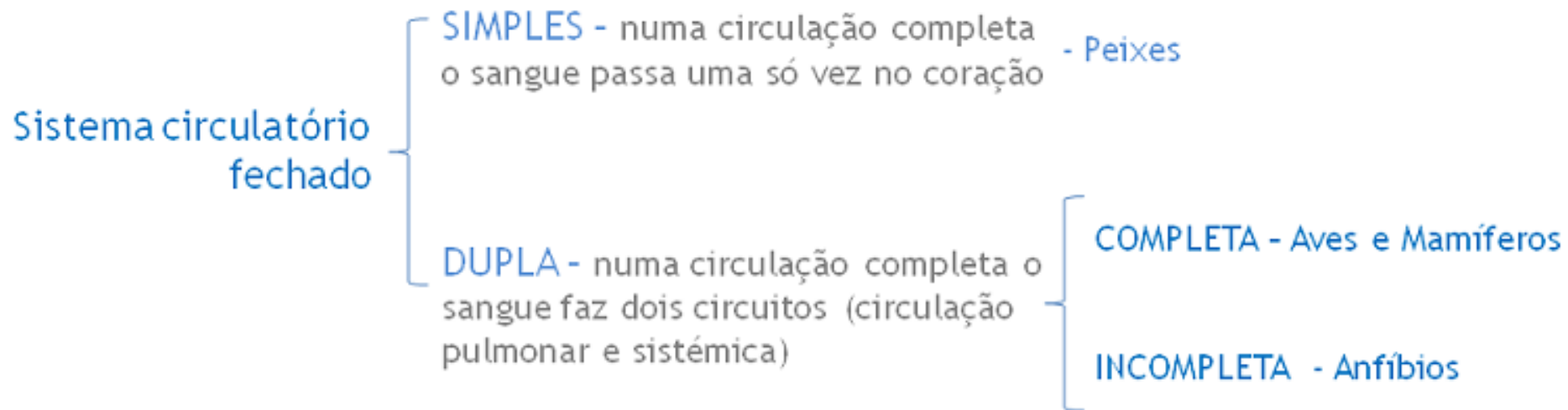


Tipo de sistema de transporte

Sistema fechado:

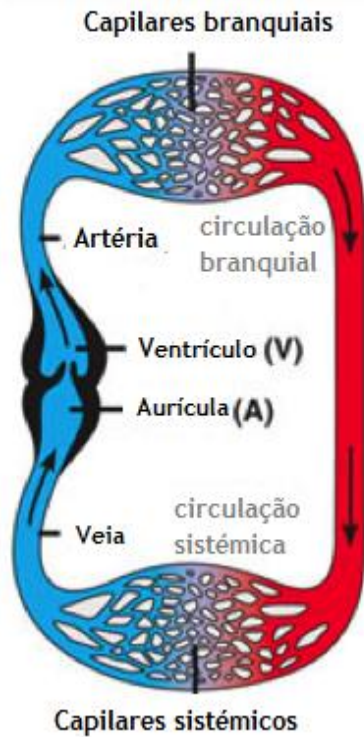
- o sangue nunca abandona os vasos, não havendo misturas.
- o sangue circula em vasos de diferentes espessuras, os maiores - artérias e veias, arteríolas e vénulas, e os menores como os capilares.
- neste sistema as trocas realizam-se ao nível dos capilares, que possuem apenas uma camada de células e envolvem praticamente todas as células do corpo.
- a velocidade de circulação é maior, as trocas gasosas e de nutrientes é mais eficaz, possibilitando taxas metabólicas mais eficientes.

Sistema circulatório fechado

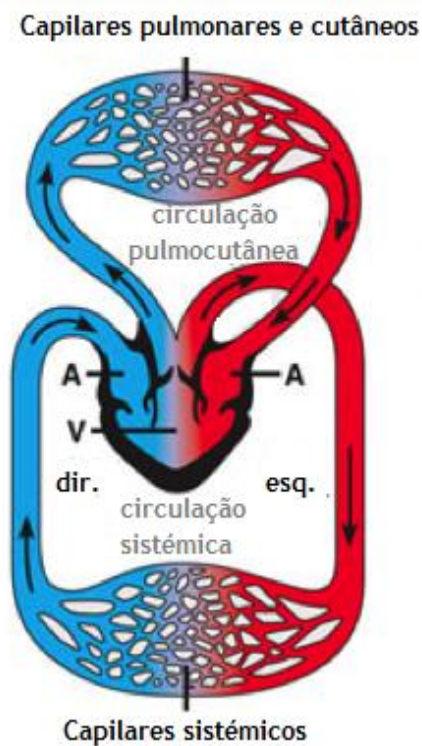


Sistema circulatório fechado

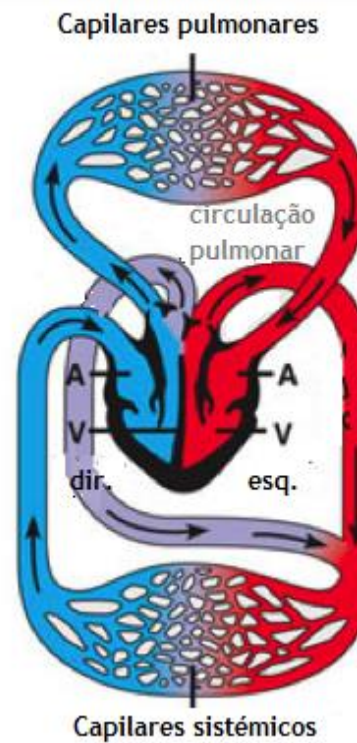
PEIXES



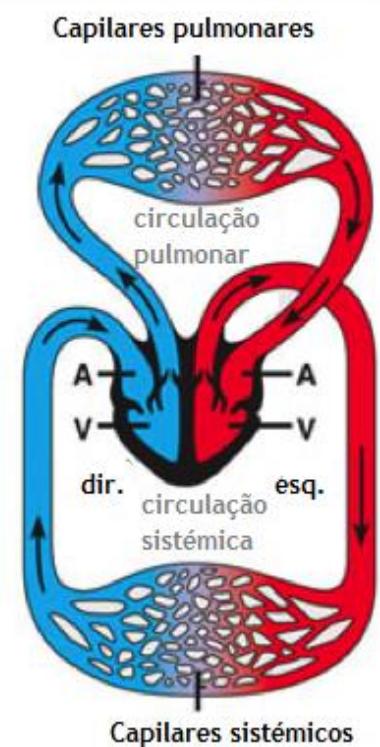
ANFÍBIOS



RÉPTEIS



AVES e MAMÍFEROS



Sistema circulatório fechado

Peixes:



- Sistema de circulação: simples;
- Cavidades: 1 aurícula e 1 ventrículo;
- Circulação: O sangue venoso entra na aurícula e passa, pela sístole auricular, para o ventrículo. De seguida dá-se a sístole ventricular e o sangue sai do coração até chegar às brânquias, onde é oxigenado e passa a sangue arterial, é transportado até aos capilares onde procede às trocas gasosas com as células. Quando regressa ao coração, o sangue chega por veias e é venoso.
- O sangue chega às células a baixa pressão, o acesso ao oxigénio e nutrientes é baixo (vertebrados com taxas metabólicas mais baixas)

Sistema circulatório fechado

Anfíbios:

- Sistema de circulação: duplo incompleto;
- Cavidades: 2 aurículas e 1 ventrículo:
- Circulação: O sangue vindo de todas as partes do corpo entra na aurícula direita e o sangue vindo dos pulmões entra na aurícula esquerda. Ocorre a sístole auricular e todo o sangue passa para o ventrículo, ocorrendo uma mistura parcial do sangue, após uma sístole ventricular uma parte do sangue segue para os pulmões e outra para o resto do corpo.



Sistema circulatório fechado

Répteis:



- Sistema de circulação: duplo e incompleto;
- Cavidades: 2 aurículas e 2 ventrículos;
- Circulação: A circulação nos répteis é semelhante à dos anfíbios, havendo uma contração das aurículas em tempos diferentes, de modo a não ocorrer uma mistura total do sangue. Existe ainda a presença de um septo, que divide parcialmente o ventrículo.

Sistema circulatório fechado

Aves e Mamíferos:

- Sistema de circulação: duplo e completo;
- Cavidades: 2 aurículas e 2 ventrículos;
- Circulação: O sangue venoso entra na aurícula direita pelas veias cavas e o sangue arterial pelas veias pulmonares, passando para o ventrículo direito e esquerdo, de onde será bombeado pelas artérias (pulmonar e aorta).



As artérias pulmonares levam o sangue aos pulmões onde se dá a hematose pulmonar, deixando o sangue rico em oxigénio. A artéria aorta leva o sangue aos restantes órgãos do corpo, onde ocorrem trocas de oxigénio por dióxido de carbono (hematose celular).

Fluídos circulantes

Os fluídos circulantes possibilitam o contacto entre todas as células do corpo e o meio.

Em alguns organismos mais simples como os moluscos e os artrópodes existe a hemolinfa,

Nos vertebrados há dois fluídos: o sangue e a linfa.

Sangue

=

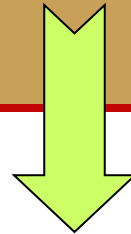
Plasma (mais de 50%) + Células



Água

Proteínas

Minerais



Leucócitos

Eritrócitos

Plaquetas

Os vários componentes sanguíneos são destruídos e renovados continuamente

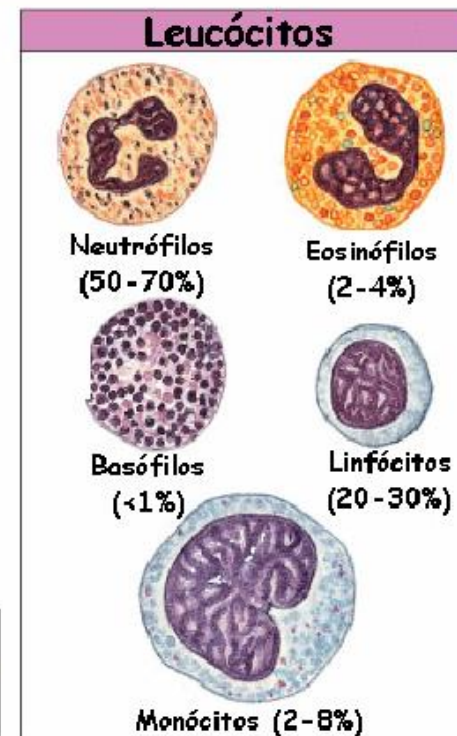
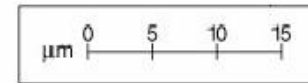
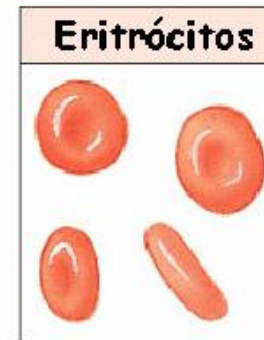
Sangue

Plasma: meio aquosos onde circulam nutrientes, produtos de excreção, gases, hormonas, anticorpos, proteínas, etc.

Eritrócitos: células responsáveis pelo transporte de oxigénio e de dióxido de carbono.

Leucócitos: células envolvidas nos processos de defesa do organismo.

Plaquetas: fragmentos celulares envolvidos nos processos de coagulação.

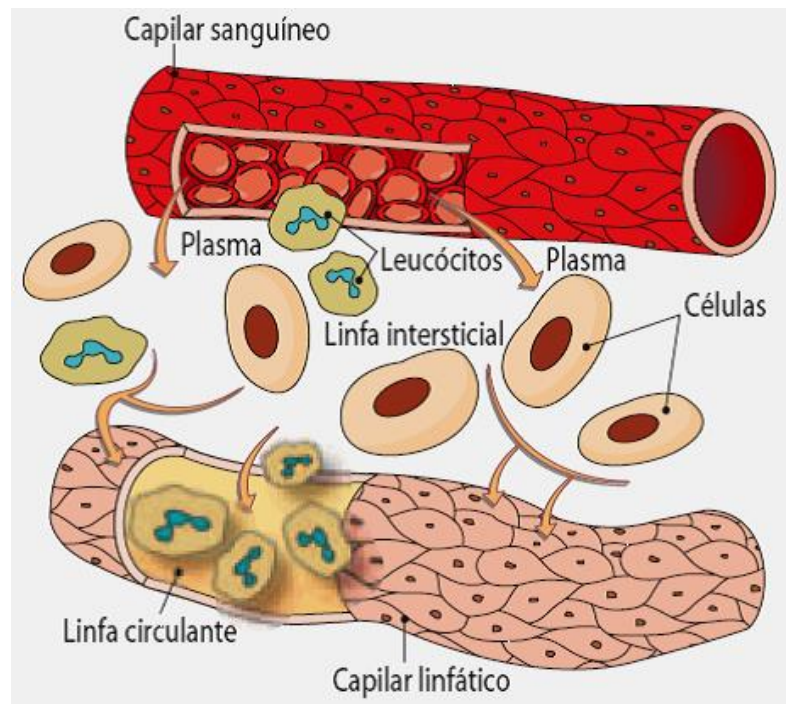


Sangue

Embora o sangue assegure o transporte de substâncias e as funções relacionadas com a manutenção da integridade e equilíbrio do organismo, o contacto direto com as células é da responsabilidade da linfa.

Linfa

- A maior parte das células recebem os nutrientes a partir do líquido tecidual, cujos componentes se encontram em contínuo intercâmbio com os do sangue



Líquidos extracelulares = 15% do peso corporal
menor conteúdo em proteínas do que o plasma

Linfa

- Fluido de composição similar ao plasma sanguíneo

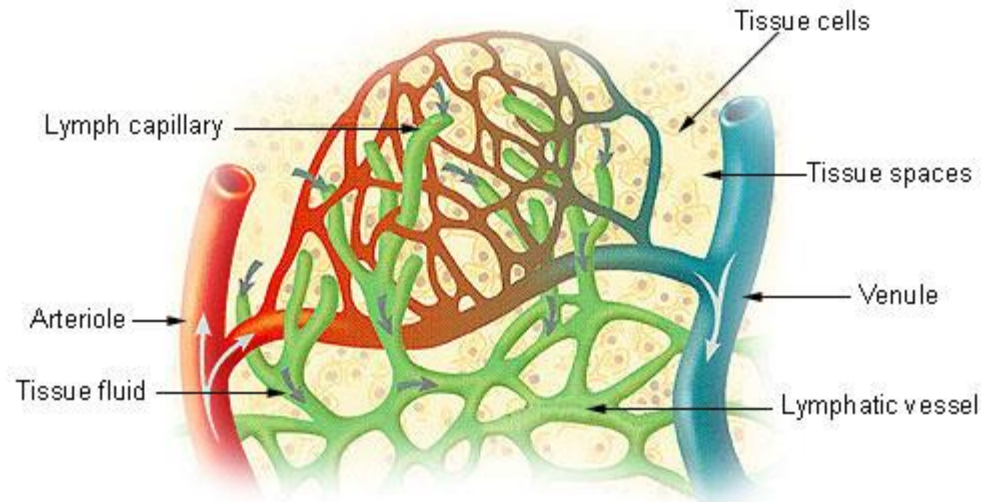
A linfa assemelha-se ao sangue pela presença de linfócitos e de alguns leucócitos granulócitos. Não apresenta eritrócitos, plaquetas ou monócitos. As células predominantes são os **linfócitos**, lançados na linfa quando esta atravessa os tecidos linfóides dispersos pelo corpo. Circula numa extensa rede de capilares que acompanham os capilares sanguíneos na intimidade dos tecidos.

- A linfa tem uma particularidade de grande importância prática: ao contrário do sangue, **não coagula!**

Vasos linfáticos

- Os vasos linfáticos podem transportar proteínas e mesmo partículas grandes que não poderiam ser removidas dos espaços teciduais pelos capilares sanguíneos.

Lymph Capillaries in the Tissue Spaces



Trocas gasosas

- Todos os seres vivos que realizam respiração aeróbia utilizam oxigénio do meio ambiente e produzem dióxido de carbono, que libertam para o ambiente.
- Estas trocas gasosas são realizadas por difusão através das superfícies corporais:
 - » **Difusão directa**
 - » **Difusão indirecta**

Trocas gasosas

- **Difusão directa** – Os gases respiratórios difundem-se directamente através da superfície respiratória para as células **sem intervenção de um fluido de transporte** (protozoários e insectos).
- **Difusão indirecta** – Os gases respiratórios passam através da superfície respiratória **para um fluido circulante (sangue)**, que estabelece comunicação entre as células e o meio externo.

Na difusão indirecta o intercâmbio de gases que ocorre nas superfícies respiratórias designa-se por **HEMATOSE** (troca de gases respiratórios entre o sangue e as superfícies respiratórias).

Superfície respiratória

Apesar da grande diversidade de superfícies respiratórias é possível encontrar um conjunto de características comuns que tornam a difusão mais eficiente:

- São superfícies húmidas (possibilita a difusão do O_2 e do CO_2 , uma vez que estes gases têm de estar dissolvidos);
- São estruturas finas constituídas, na maioria dos casos, por uma única camada de células;
- São muito vascularizadas, para facilitar o contacto com o fluido circulante (isto no caso da difusão ser indirecta);
- A sua morfologia permite uma grande superfície de contacto entre o meio interno e o meio externo.

Tipos de superfícies respiratórias

1. Tegumento
2. Traqueias
3. Branquias ou guelras
4. Pulmões

Tegumento

Hematose Cutânea

A superfície do corpo do animal é a própria superfície respiratória, ocorrendo as trocas por difusão entre a pele e o sistema circulatório (Ex. minhoca, rã)



Branquias

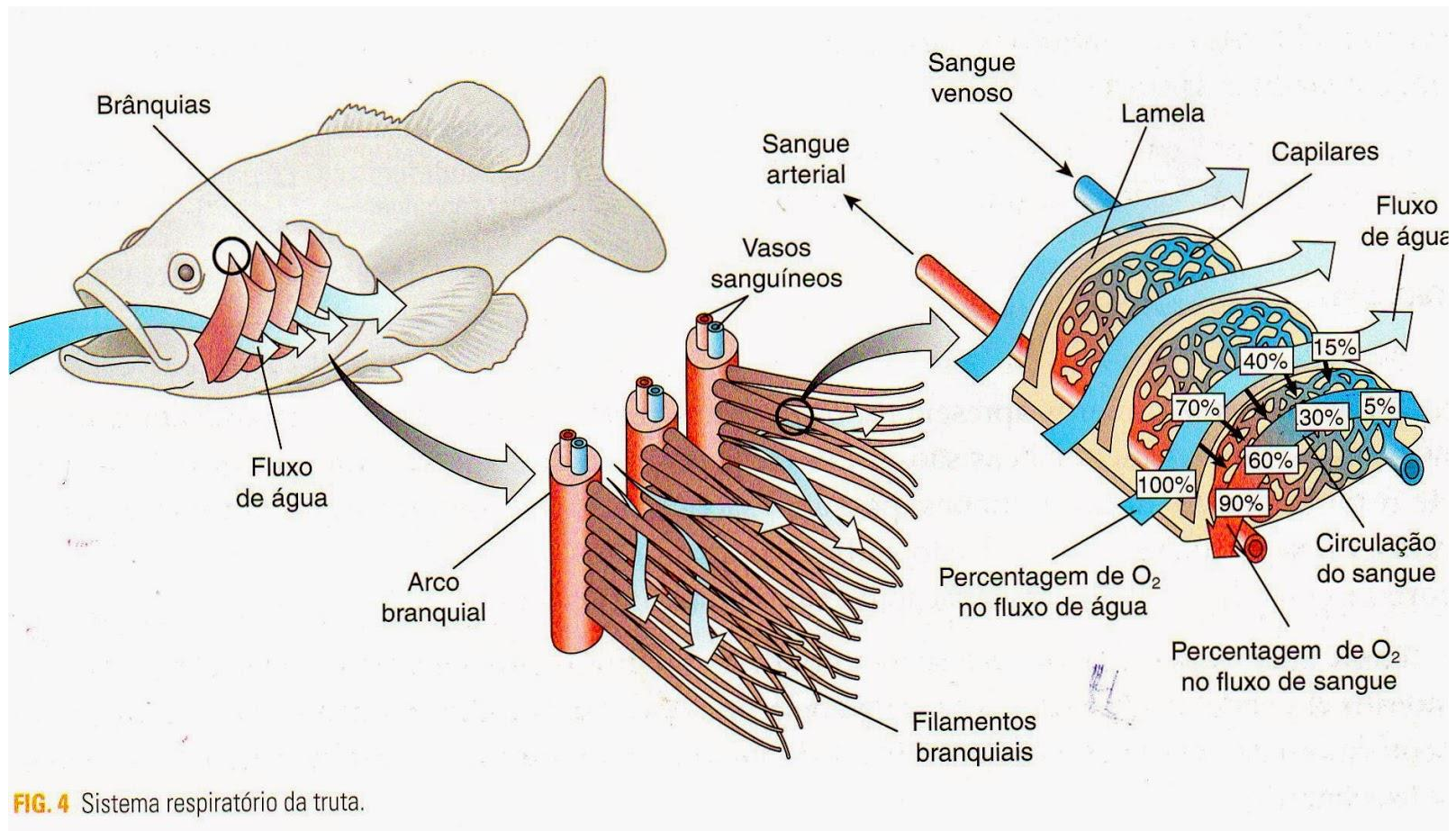
Hematose Branquial

As branquias são extensões da superfície do corpo, localizadas na cavidade branquial, permitem que haja uma grande área de contacto entre o meio interno e externo.

Cada branquia é constituída por filamentos branquiais ricamente vascularizados, onde ocorre a hematose branquial.

Branquias

Hematose Branquial



Traqueias

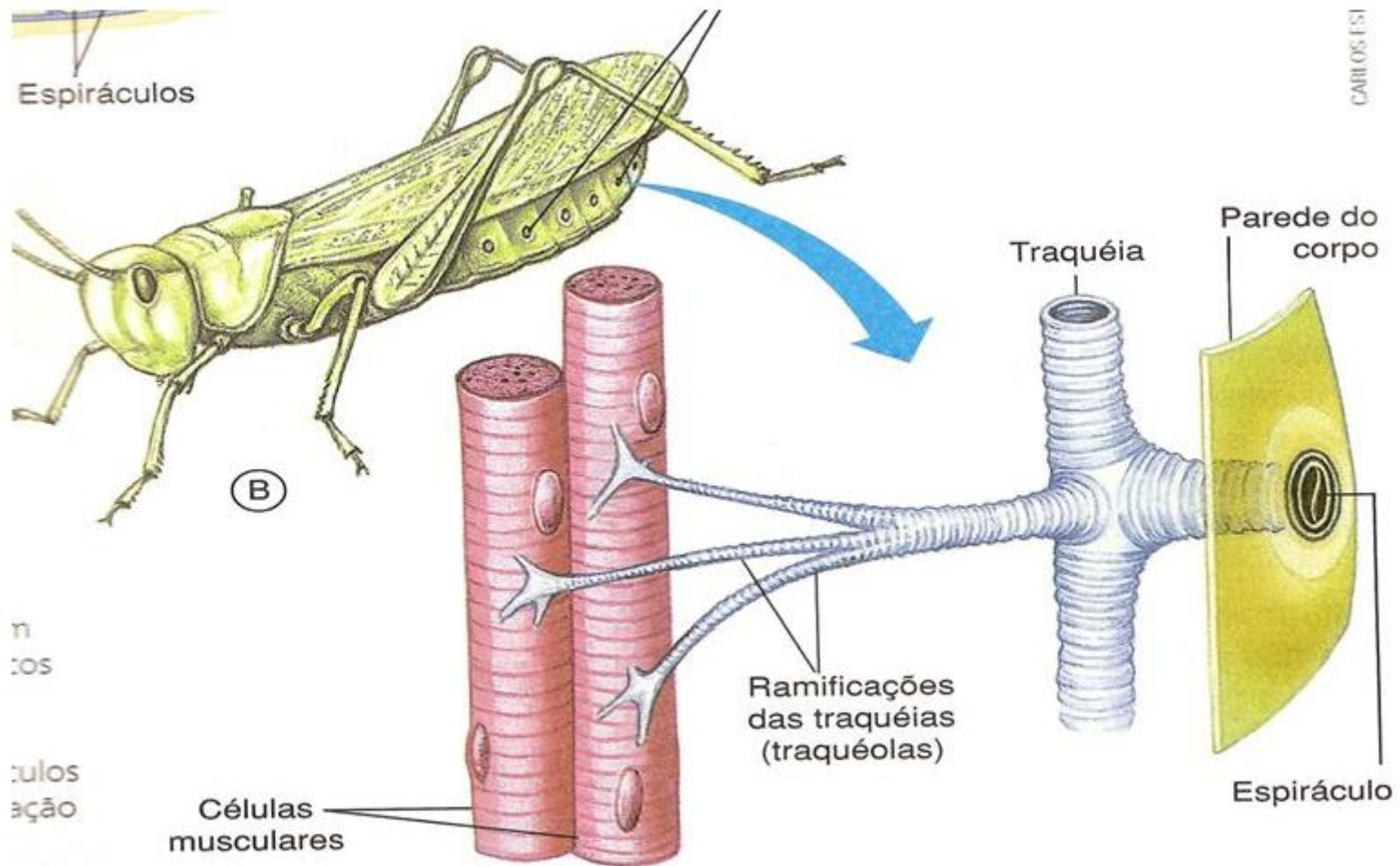
Hematose Traqueal

Rede de traqueias (canais cheios de ar) que se vão ramificando ao longo de todo o corpo, estando em contacto direto com os tecidos.

As trocas são feitas por difusão simples, sem intervenção do sistema circulatório.

Traqueias

Hematose Traqueal



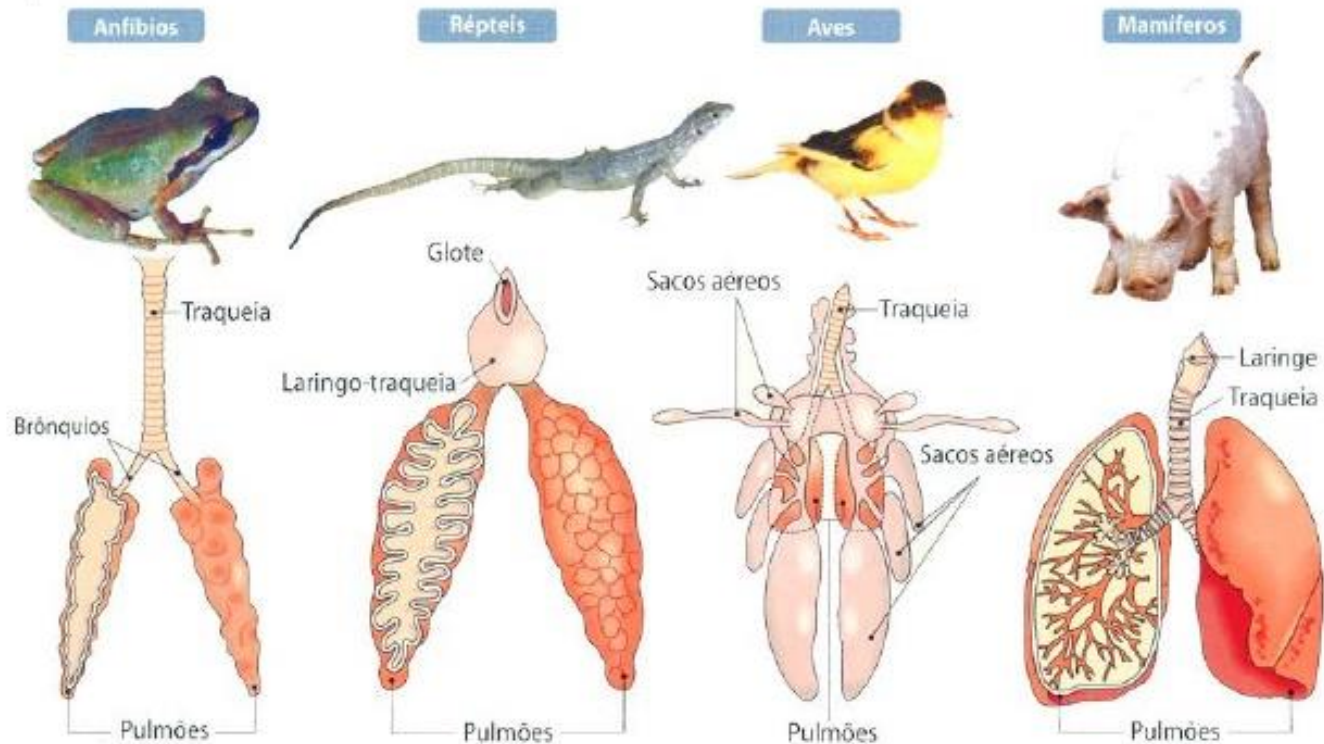
Hematose Pulmonar

Os pulmões são sacos esponjosos revestidos por uma película, que lhes permite alterar o seu volume consoante o ar inspirado ou expirado.

Apresentam uma grande eficiência entre o meio externo (ar) e o meio interno (sangue), realizando as trocas nos alvéolos pulmonares entre o ar e o sangue presente nos capilares.

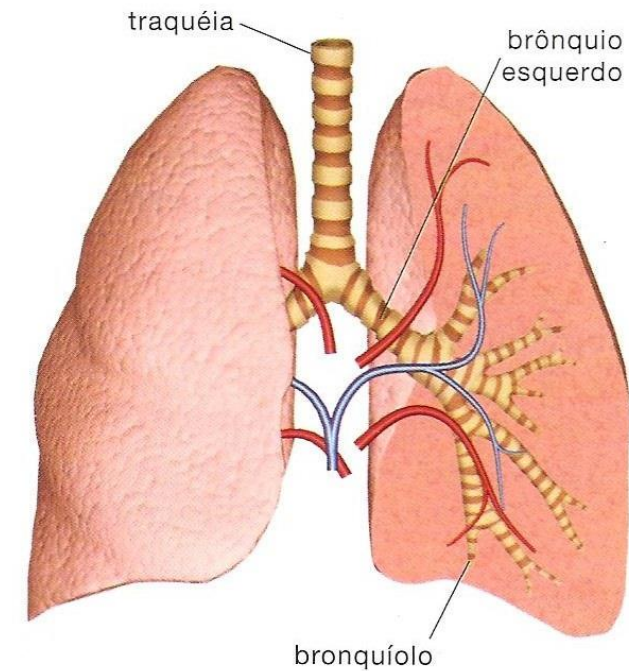
Hematose Pulmonar

Evolução

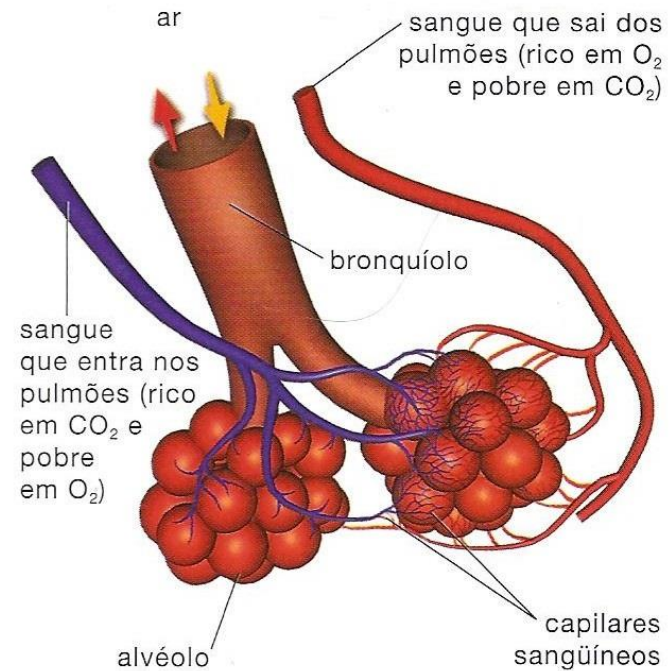


Pulmões

Hematose Pulmonar



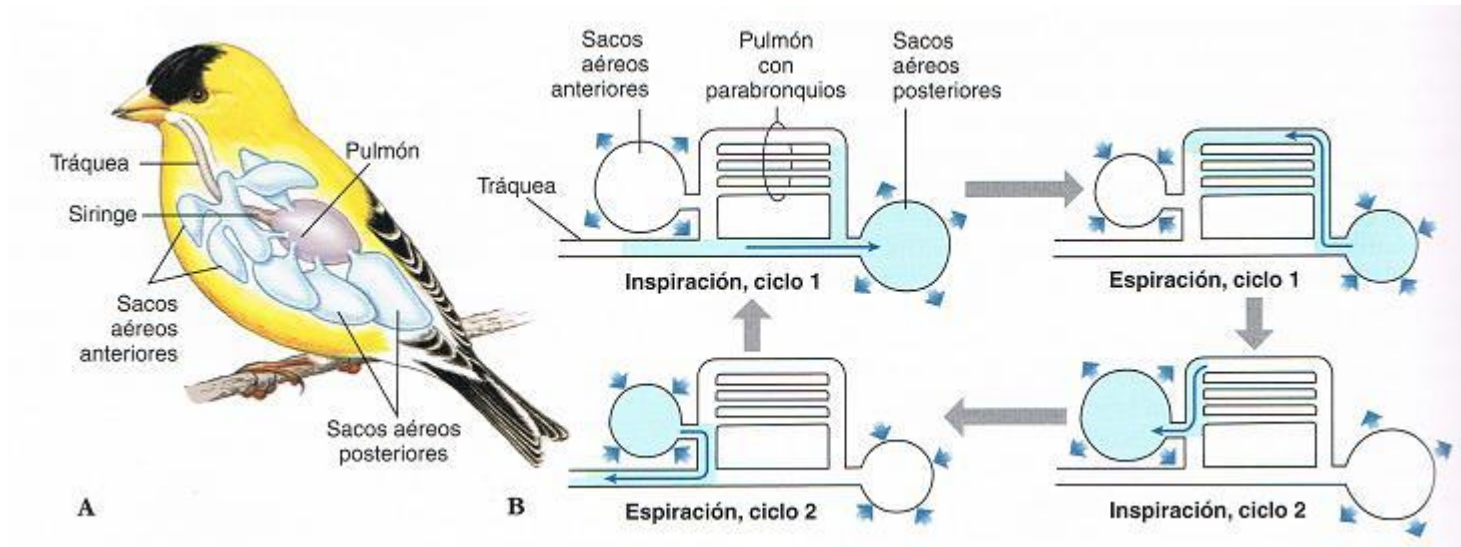
Esquema dos pulmões.



Esquema dos alvéolos pulmonares.

Pulmões

Hematose Pulmonar



Osmorregulação

Todos os animais apresentam na sua constituição elevadas quantidades de água (humano - 65 a 70%).

Importância da água no organismo:

- ✓ constitui os fluídos intra e extracelulares,
- ✓ reações bioquímicas,
- ✓ importante solvente,
- ✓ transporta sais minerais essenciais para o metabolismo,
- ✓ etc.

A desidratação pode provocar a morte.

Osmorregulação

É importante que o ser vivo tenha mecanismos que lhes permitam regular a quantidade de água no seu organismo,

A quantidade de água e sais minerais deve manter-se em equilíbrio constante no ser vivo, de forma a assegurar um bom funcionamento celular.

A esta regulação da quantidade de água e de sais dentro de limites (limites homeostáticos), de forma a não afetar o meio interno, dá-se o nome de OSMORREGULAÇÃO.

Osmorregulação

Tem de haver um equilíbrio constante entre a água e sais que entram e saem no organismo.

Os animais adquirem a água que necessitam através da alimentação, da ingestão de líquidos e a partir de reações que levam à decomposição dos nutrientes ingeridos.

Perdem água pela respiração, pela transpiração, pelas fezes e urina.

Osmorregulação

A maioria dos invertebrados marinhos está em equilíbrio osmótico com a água do mar.

O mar funciona para estes seres como meio extracelular e o meio intracelular varia consoante a concentração de iões do meio externo, mantendo assim, a mesma concentração.

Chamam-se a estes seres OSMOCONFORMANTES (ex: medusas, estrelas do mar...). Estes seres vivos não têm capacidade de regular a pressão osmótica do meio interno, o meio interno varia consoante varia o meio externo.

Osmorregulação

Os seres que têm capacidade de regular a pressão osmótica dizem-se OSMORREGULADORES.

Estes seres possuem mecanismos que lhes permitem manter a concentração de sais (com consumo de energia), apesar de haver variações no meio.

A maioria dos vertebrados aquáticos e terrestres são osmorreguladores e os seus órgãos excretores são também órgãos osmorreguladores.

Excreção

- Excreção é o mecanismo pelo qual as estruturas ou órgão excretoras removem os produtos de excreção, como **amónia (NH_3)**, **ureia**, **ácido úrico**, **CO_2** , **sais minerais** e **H_2O** .
- **CO_2** e **H_2O** – metabolismo das gorduras e hidratos de carbono,
- **amónia (NH_3)**, **ureia**, **ácido úrico** – metabolismo das proteínas e ácidos nucleicos.
- Dessa forma, o organismo manterá o equilíbrio do meio interno, isto é, a homeostase.

Excreção

- A **amónia (NH_3)** é uma molécula muito tóxica, muito solúvel em água – a sua excreção é muito fácil para os animais aquáticos,
- Nos animais terrestres a **amónia** é muito perigosa, sendo convertida em **ureia** ou **ácido úrico**,
- A **ureia** é igualmente solúvel em água e menos tóxica – a sua excreção implica perda de água
- O ácido úrico é insolúvel que forma cristais sólidos, podendo ser armazenado no corpo do animal – a sua excreção não implica perda de água.

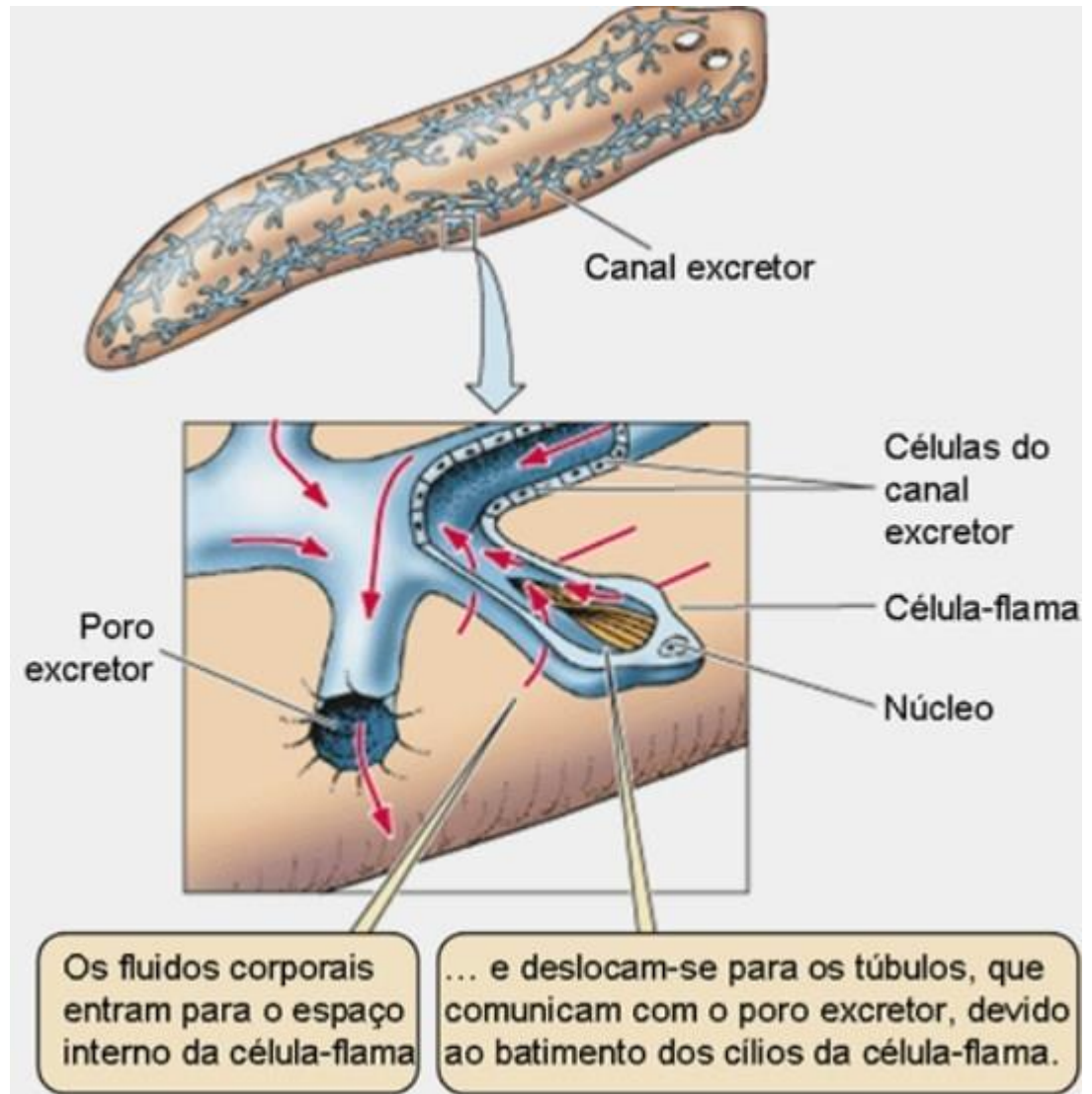
Osmorregulação e excreção

- São fenómenos interrelacionados, os órgãos excretores também participam no balanço de água e de sais do organismo,

- Mecanismos excretores em animais:
 1. Protonefrídeos
 2. Metanefrídeos
 3. Tubos de Malpighi
 4. Rins (protonefros, mesonefros e metenefros)

Protonefrídeos

- Os platelmintes apresentam um sistema excretor constituído por túbulos abertos para o exterior por poros excretores - protonefrídeos que geralmente se distribuem por todo o corpo.



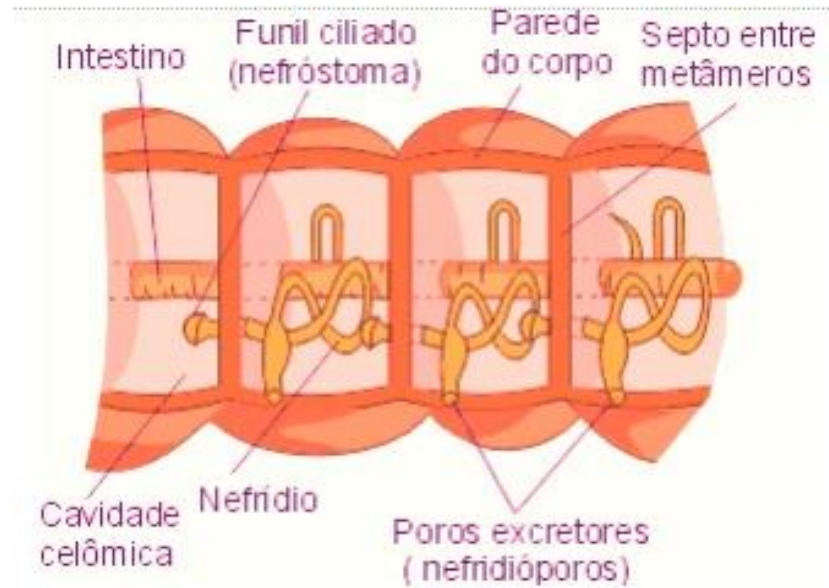
Protonefrídeos

- Na extremidade do protonefrídeo existe uma célula-flama, com um conjunto de cílios, que é especializada em recolher dos fluidos corporais os resíduos, geralmente sob a forma de amónia.
- Os fluidos entram no túbulo e o batimento dos cílios provoca a sua deslocação até ao poro excretor, à medida que o líquido avança são reabsorvidas substâncias, tornando a urina pouco concentrada.

Metanefrídeos

- Nos anelídeos o sistema circulatório é fechado, havendo uma associação entre este e o sistema excretor, neste caso formado por metanefrídeos.
- Cada segmento contém um par de metanefrídeos que recolhem resíduos do segmento anterior, envolvidos por capilares que reabsorvem as substâncias úteis.
- As excreções, são principalmente amónia.
- A urina é diluída, compensando a entrada de água por osmose pela pele.

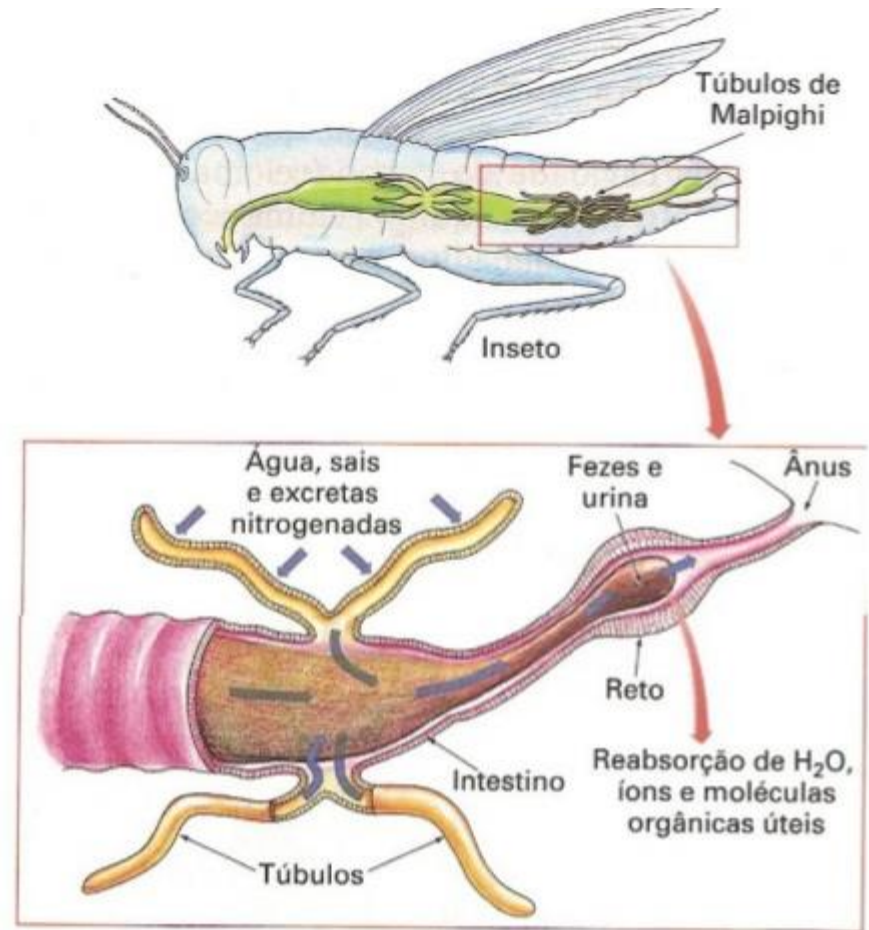
Metanefrídeos



- Os órgãos especializados na excreção são formados por um tubo mais ou menos enrolado, dependendo do ambiente em que o animal vive (quanto mais seco mais longo e enrolado para reabsorver o máximo de água).
- A extremidade mais interna abre-se na cavidade celômica através de um funil ciliado – nefróstoma – e a extremidade externa abre-se na superfície corporal por um poro excretor ou nefridióporo.

Túbulos de Malpighi

- Nos insectos e outros artrópodes terrestres com sistema circulatório aberto, a excreção é feita por túbulos de Malpighi.
- Estas estruturas localizam-se na parte posterior do corpo, ligadas ao tubo digestivo na zona de transição entre o intestino médio e posterior, podendo existir apenas um par ou algumas centenas.



Túbulos de Malphigi

- A extremidade livre do tubo é fechada e está mergulhada no hemocélio, ocorrendo a filtração. As células da parede do tubo transportam ácido úrico, potássio e sódio, da hemolinfa para o seu interior. Devido ao aumento de pressão osmótica dentro do tubo, a água é também transportada.
- O filtrado é, depois, conduzido ao reto onde são reabsorvidos parte dos sais e a água. O ácido úrico restante precipita devido à diferença de pH que ocorre ao longo do tubo (é cada vez mais básico, à medida que se aproxima do recto), sendo eliminado com as fezes, numa pasta semi-seca, muito eficiente do ponto de vista de regulação hídrica em meio seco.

Rins

- Apesar da variedade de animais incluídos nos vertebrados, bem como a variedade de meios em que vivem, o sistema excretor é semelhante e composto por rins.
- Estes são órgãos compactos, cuja unidade funcional é o nefrónio, tubos excretores associados a capilares sanguíneos.
- Os nefrónios revelam um gradual aumento de complexidade ao longo da evolução do grupo, desde os peixes aos mamíferos.

Essa evolução pode ser seguida ao longo do desenvolvimento embrionário:

- Pronefro – também designado o primeiro rim, tem uma posição anterior e segmentada. É formado por vários tubos abertos por um nefróstoma para a cavidade celómica, onde se localizam igualmente os capilares do glomérulo. Esta estrutura apenas é funcional nos ciclóstomos;
- Mesonefro – também designado segundo rim, tem uma posição torácica e segmentada. Neste caso o glomérulo perde a ligação ao celoma, ficando encapsulado numa porção do tubo renal – cápsula de Bowman. Em alguns casos ainda persistem ramificações do tubo renal em contacto com o celoma por um nefróstoma. Este tipo de rim é funcional em ciclóstomos, peixes e anfíbios;

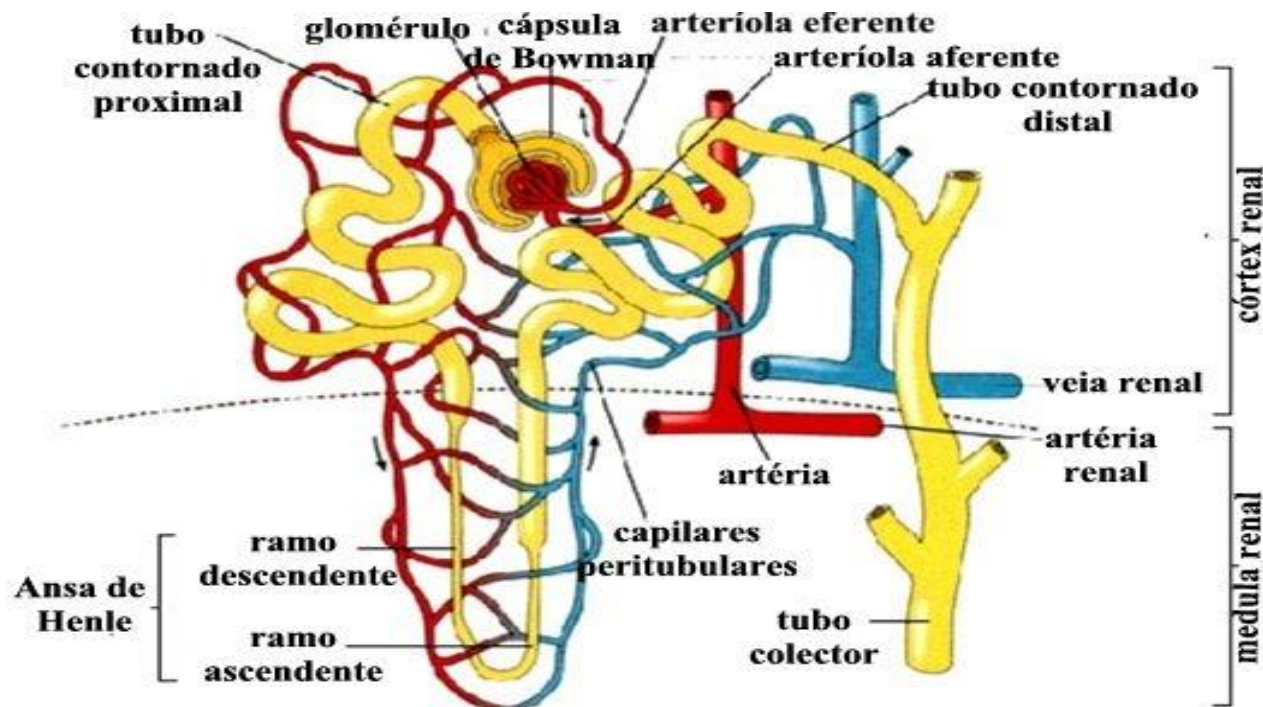
Rins

- Metanefro – o terceiro rim ou rim definitivo, tem uma localização posterior, junto às vértebras lombares, perde a estrutura segmentar presente até aqui. Formado por muitos nefrónios, nos quais desaparece o nefróstoma, dando-se a filtração apenas do glomérulo para a cápsula de Bowman. Este rim mais evoluído é funcional em répteis, aves e mamíferos.

Rim

- O rim apresenta duas zonas distintas: o córtex e a medula.
- Cada rim apresenta inúmeros nefrónios.

Nefrónio*: unidade anatómica e funcional



- Cada nefrónio é formado pelo glomérulo e pelo túbulo renal, que apresenta diversas zonas.
- O túbulo renal é formado pela cápsula de Bowman, tubos contornados proximal e distal, separados pela ansa de Henle.
- Vários tubos renais desaguam num tubo colector, que abrirá no bacinete, uma zona central do rim, donde partem os ureteres em direcção á bexiga. Esta abre para o exterior através da uretra.

- Na parte vascular do nefrónio o sangue, vindo da artéria renal, entra na cápsula de Bowman pela arteríola aferente, que se capilariza formando o glomérulo de Malpighi no interior da cápsula.
- Estes capilares reúnem-se na arteríola eferente, que se irá novamente capilarizar em volta dos tubos contornados e da ansa de Henle, formando a rede peritubular. Estes capilares formam vénulas que irão terminar na veia renal.

Rins

- A arteríola eferente apresenta um diâmetro menor que a aferente, aumentando a pressão no interior do glomérulo e forçando uma filtração abundante.
- Por este motivo, o sangue flui passivamente e com baixa pressão para a rede peritubular, facilitando os fenômenos de reabsorção e secreção.

