

Sistema excretor e osmorregulação

Natureza geral e desenvolvimento dos rins

- São os órgãos excretores dos adultos
- Outros órgãos que realizam esta função: brânquias, pulmões, pele e glândulas produtoras de sal
- Funções:
 - removem os resíduos nitrogenados, toxinas e sais
 - Mantêm a homeostasia

A recapitulação do sistema excretor dos vertebrados

- Os embriões e os ancestrais formam uma série de estruturas excretoras de complexidade crescente, que substituem umas às outras numa seqüência ordenada no espaço e no tempo
- Rins dos vertebrados: metanefrídeos, derivados do mesoderma
- Anfioxo: protonefrídeos derivados do ectoderma

A recapitulação do sistema excretor dos vertebrados

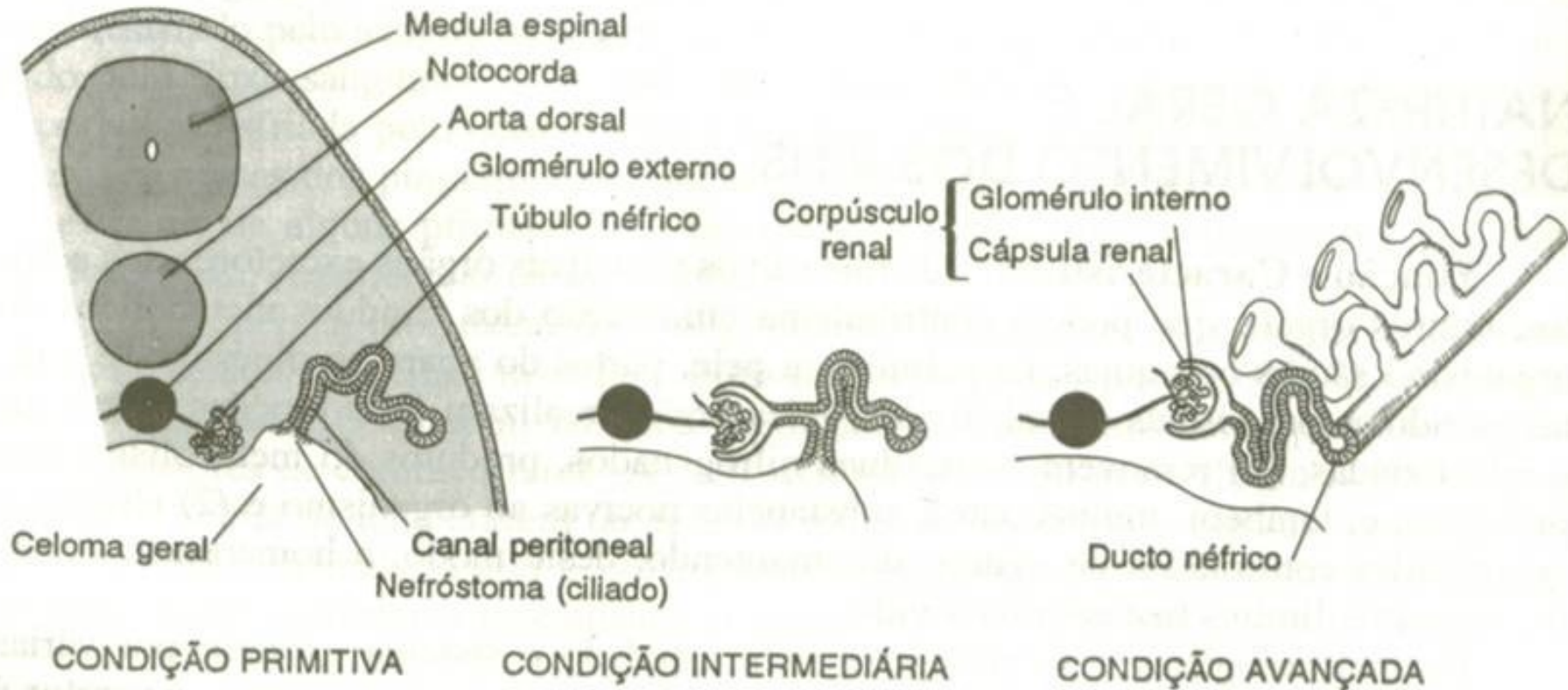
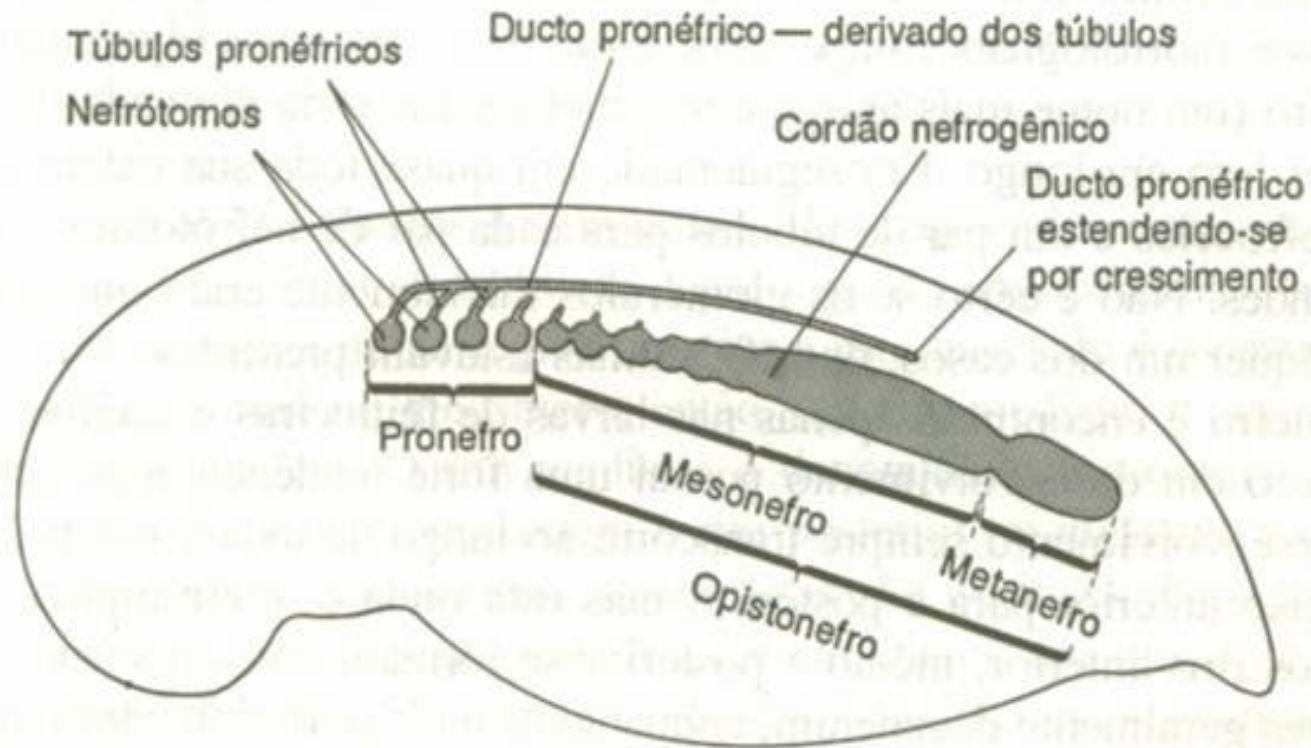


FIGURA 15-1 RELAÇÕES DO TÚBULO NÉFRICO COM O GLOMÉRULO E A CAVIDADE CELOMÁTICA GERAL. Secções transversais, com uma vista em perspectiva auxiliar à direita.

A recapitulação do sistema excretor dos vertebrados



ORIGEM RELATIVA AO DESENVOLVIMENTO DOS ELEMENTOS DO SISTEMA EXCRETOR. Vista lateral esquerda de um embrião generalizado de vertebrado. (O ducto pronéfrico, em verdade, é lateral e não dorsal ao cordão nefrogênico.)

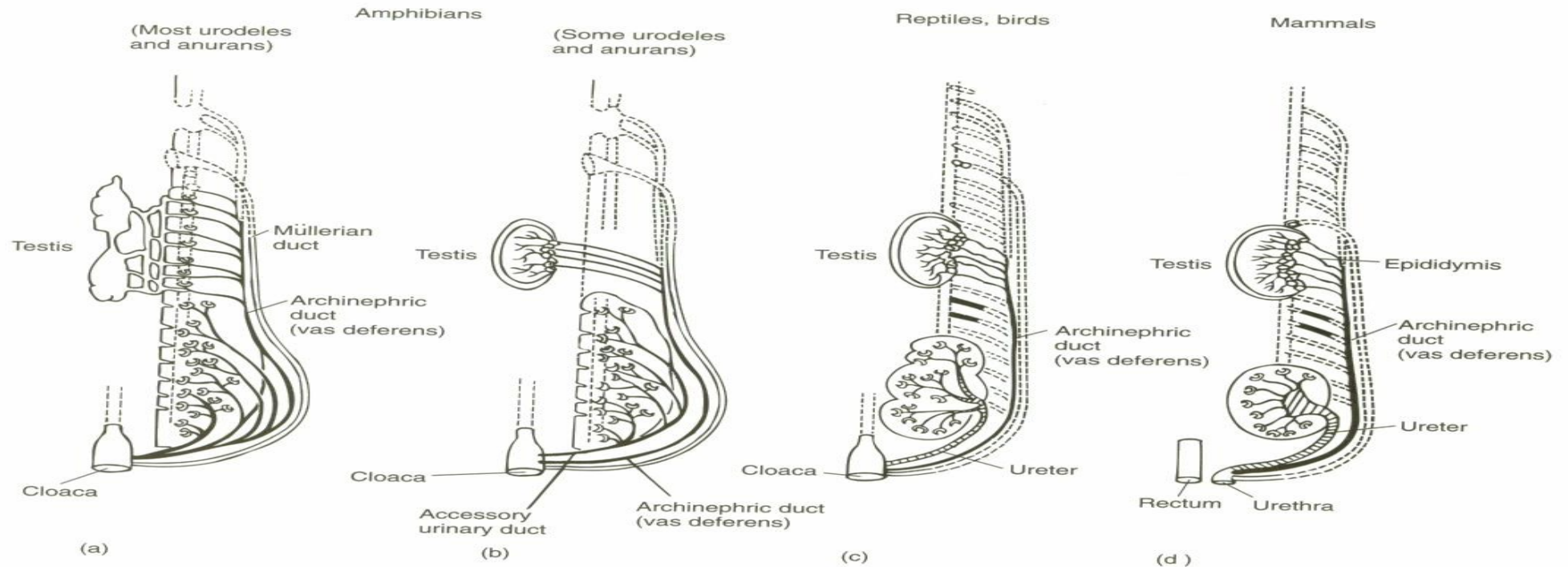
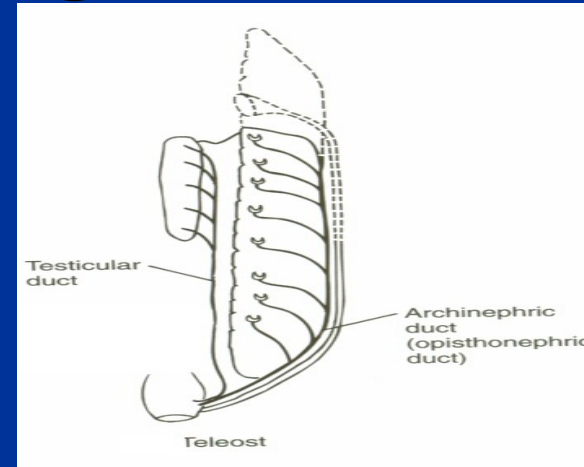
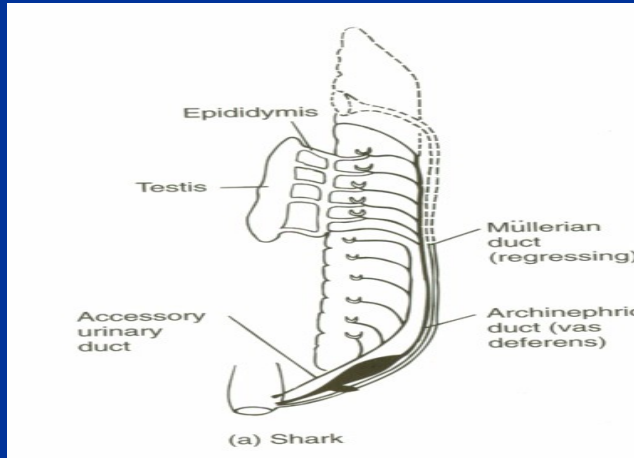
Tipos de rins dos vertebrados

- Holonefro ou arquinefro: rim ancestral longo e segmentado, com glomérulos grandes -larvas de feiticeiras e cecílias.
- Pronefro: o rim mais anterior e o primeiro a ser formado. Aparece em todos os vertebrados – são funcionais nas larvas de peixes ósseos, anfíbios e embriões de alguns répteis. Podem ter natureza linfática ou glandular nos adultos de outros grupos e são variáveis quanto ao desenvolvimento e estrutura.

Tipos de rins dos vertebrados

- Opistonefro: toda ou maior parte do mesômero posterior ao pronefro, forma apenas um rim. Estados larvais avançados de amniotas e adultos de anamniotas
- Mesonefro: funcional nos fetos dos amniotas
- Metanefro: posterior no tempo e no espaço, Os glomérulos sempre são internos e os nefróstomas estão ausentes. É o rim dos amniotas

Sistemas urogenitais

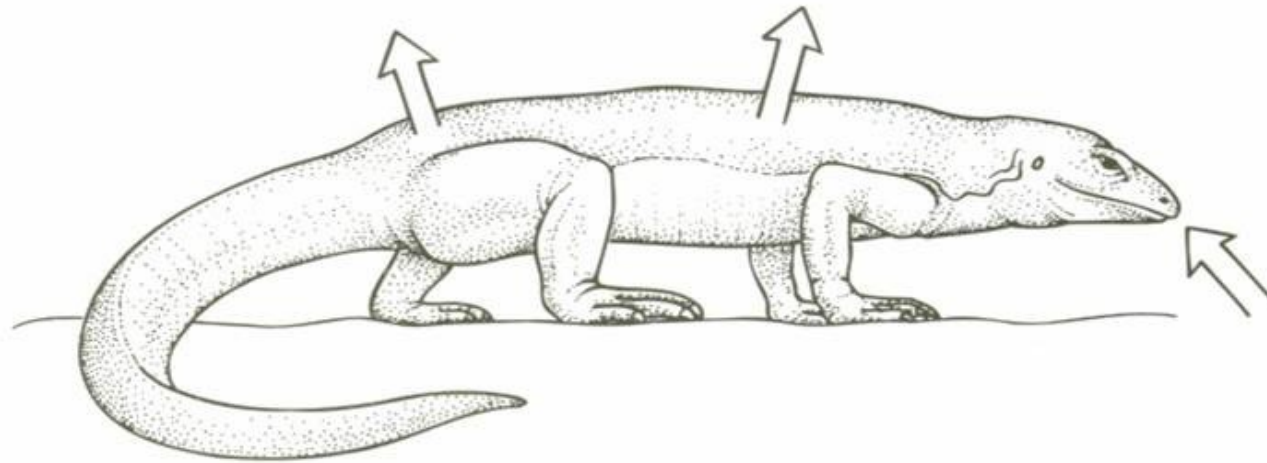


Sistema excretor e osmorregulação

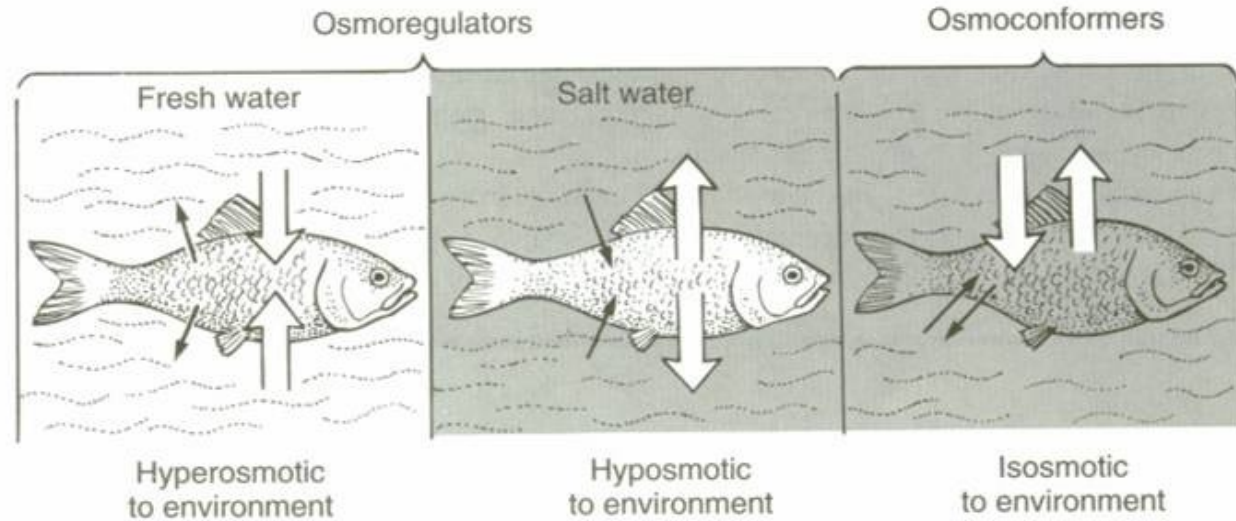
- A água, na verdade, é indispensável para todos os processos bioquímicos e fisiológicos.
- Células vivas necessitam de reter quantidades apropriadas de água e de solutos, especialmente sais e nutrientes.
- a habilidade para manter um ambiente interno conveniente face a um estresse osmótico exerceu um papel importantíssimo na evolução animal.

Osmorregulação

- A troca obrigatória de água depende de:
 - (1) o gradiente osmótico que existe entre os ambientes interno e externo
 - (2) a relação superfície-volume do animal
 - (3) a permeabilidade do tegumento
 - (4) a ingestão de alimento e água
 - (5) a perda evaporativa necessária para termorregulação
 - (6) a remoção dos resíduos metabólicos e digestivos pela urina e fezes.



(a) Terrestrial environment



**Peixes de
água doce**

**Teleósteos
marinhos**

**Elasmobrânquios
e feiticeiras**

A formação da urina

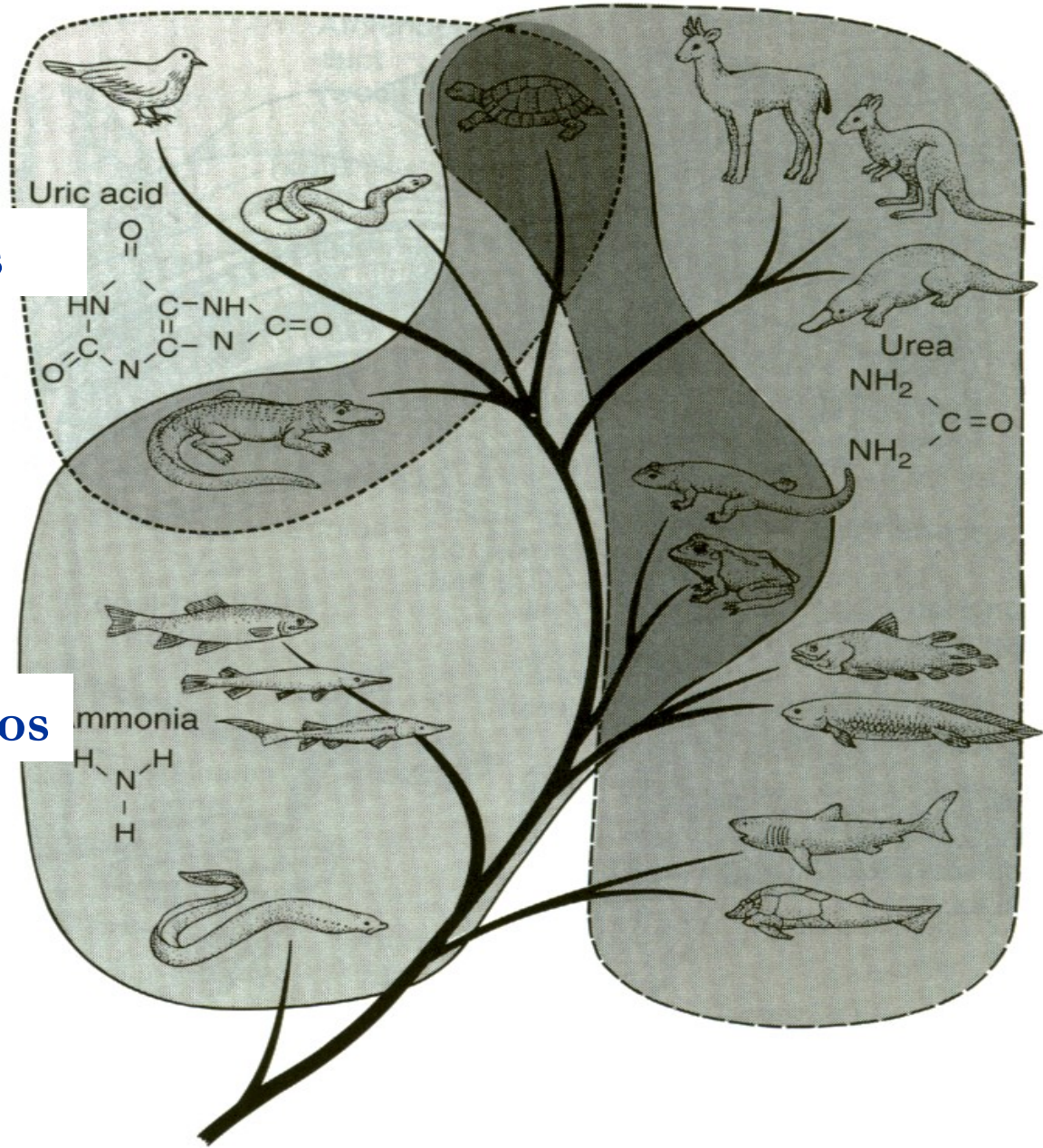
- A pré-urina: reabsorção seletiva de íons e água e, em alguns animais, por secreção, pelo epitélio tubular, para dentro do lúmen do néfron, de substâncias que subsistiram, mas devem ser eliminadas.
- Os amino-grupos - excretados em forma de: amônia, uréia ou ácido úrico
 - **Amônia:** altamente tóxica e solúvel, requer grandes volumes de água para se diluir; é produzida por teleósteos.
 - **Ácido úrico:** menos tóxico e pouco solúvel; é excretado como uma suspensão semi-sólida por aves e répteis.
 - **Uréia:** menos tóxico e necessita pequena quantidade de água.

Adaptações

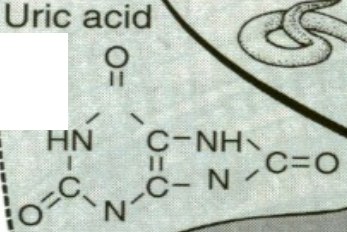
- Animais marinhos e terrestres têm que enfrentar a desidratação, enquanto animais de água doce têm que se prevenir contra a hidratação por uma absorção osmótica descontrolada de água.
- Peixes de água doce não bebem água; eles repõem os sais perdidos por absorção ativa.
- Elasmobrânquios usam uréia como um agente osmótico em seu sangue

Adaptações

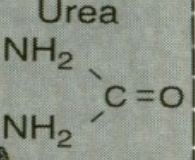
- **Aves, répteis e teleósteos marinhos secretam sal através de glândulas secretoras.**
- **Aves e mamíferos são os únicos vertebrados que secretam uma urina hipertônica.**
- **Mamíferos convertem seu nitrogênio em uréia, e a excretam via urina.**



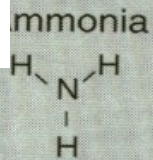
uricotélicos



ureotélicos



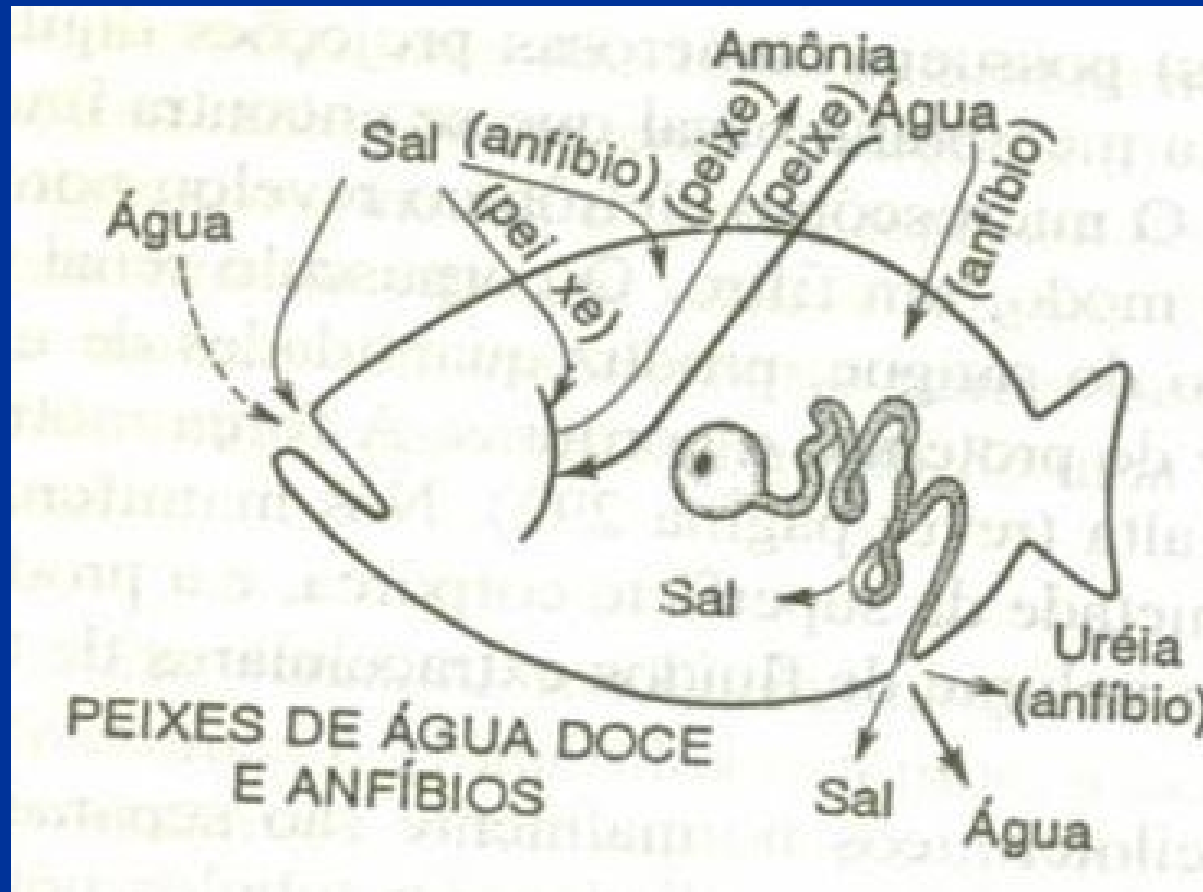
amoniotélicos



Mecanismos de eliminação de compostos nitrogenados

Peixes de água doce e anfíbios

- Eliminam o excesso de água que entra pela pele (anfíbios) e brânquias (peixes);
- Urina muito diluída, os corpúsculos renais são grandes e os sais são restituídos para a corrente sangüínea;
- Os sais também são absorvidos pela pele e brânquias. As brânquias eliminam a amônia e os rins eliminam a uréia.



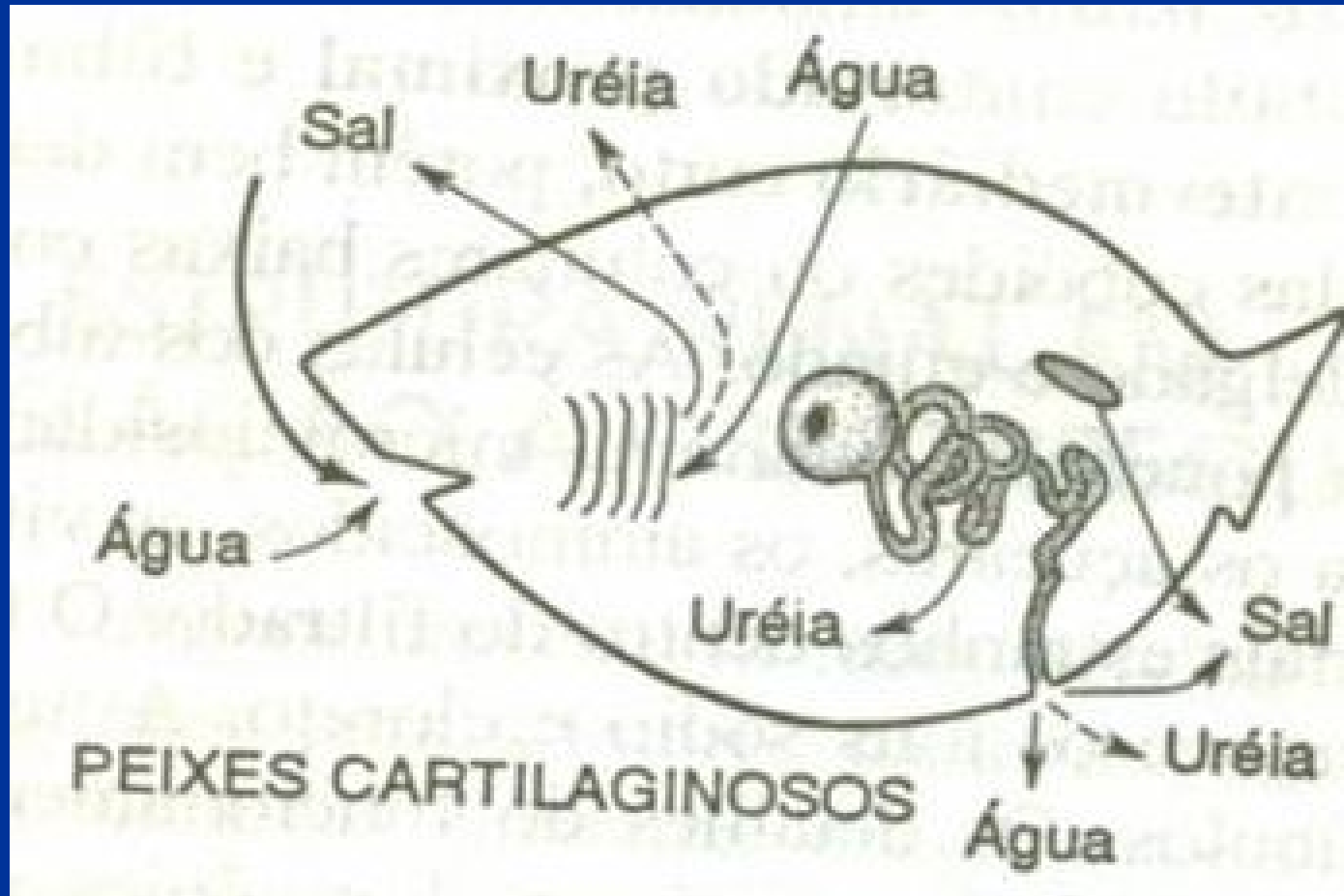
Peixes ósseos marinhos

- A água tende a escoar através das brânquias;
- Excretam pouca urina e possuem corpúsculos renais pequenos (às vezes ausentes), pouco vascularizados;
- Excesso de sais é excretado por células especiais de cloreto e nos túbulos contorcidos proximais;
- As brânquias excretam ativamente a uréia.



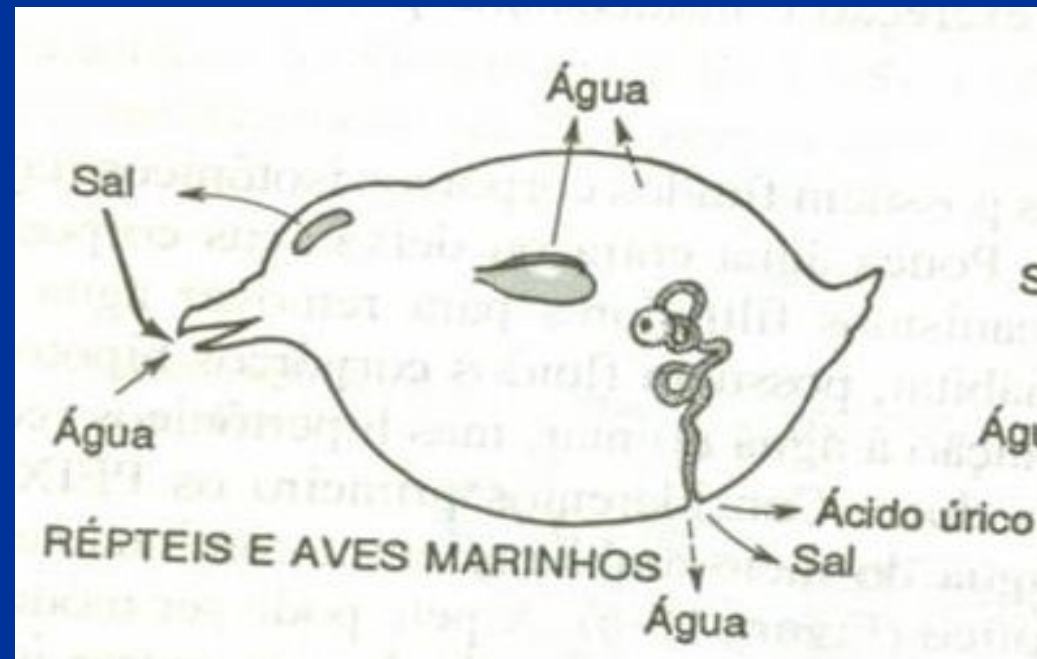
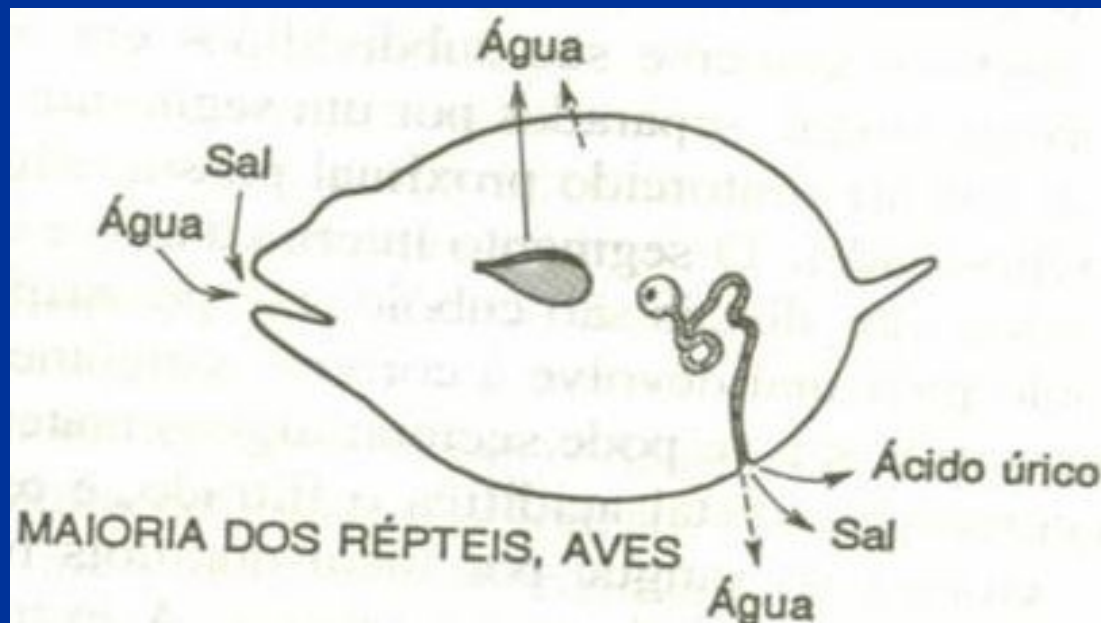
Peixes cartilagosos

- Um pouco hipertônico em relação à água do mar - uréia;
- O volume de urina é moderado, corpúsculos renais grandes, o excesso de uréia é excretado pelas brânquias e rins, que também excretam os sais bivalentes, os monovalentes são excretados pela glândula retal.



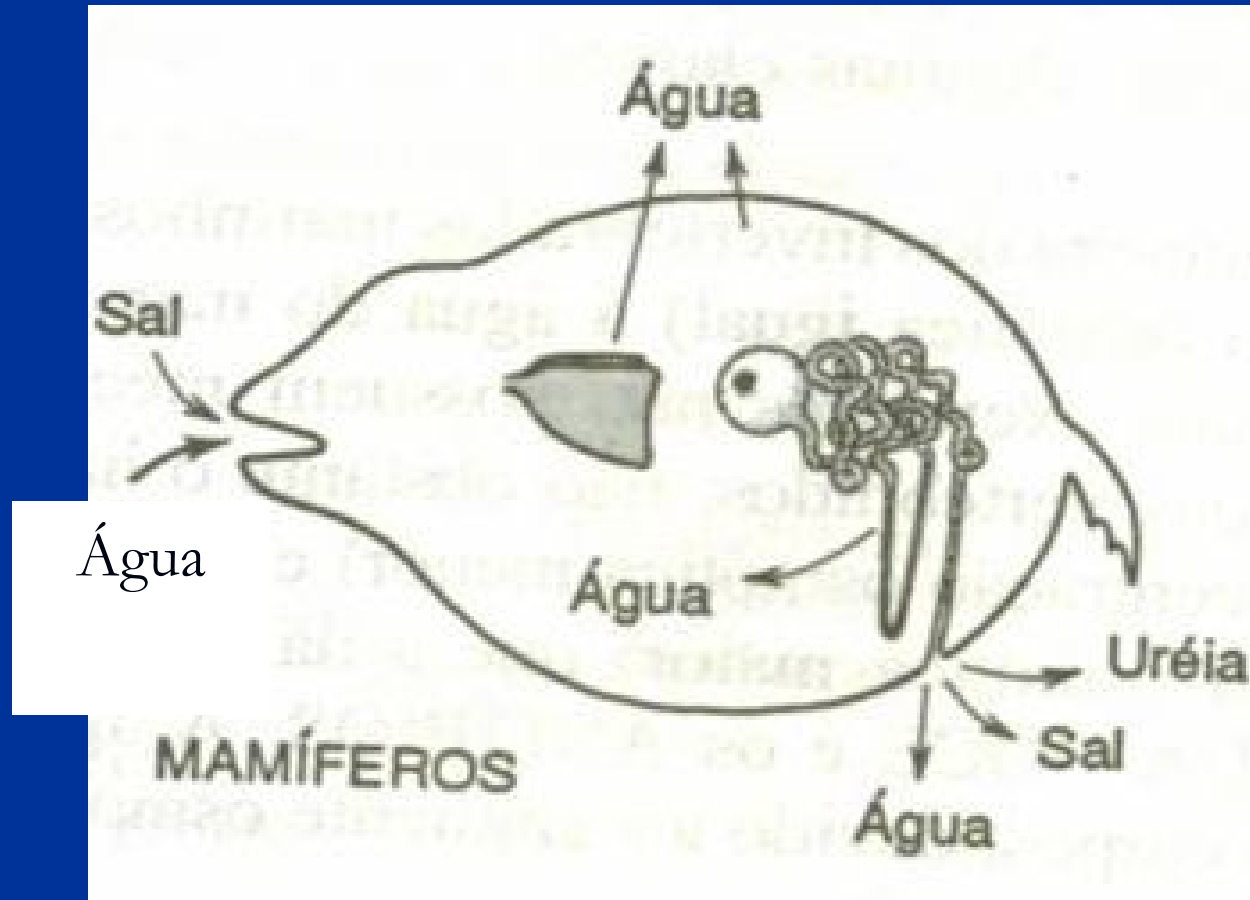
Répteis e aves

- Corpúsculos renais pequenos, eliminam ácido úrico em estado semi-sólido com pouca água, juntamente com excesso de sais;
- As espécies marinhas possuem glândulas de sal derivadas de glândulas lacrimais, nasais ou orbitais.



Mamíferos

- Excretam uréia, possuindo um rim eficiente quanto ao retorno da água do filtrado para o sangue;
- São os únicos vertebrados a eliminar urina mais concentrada que o sangue.



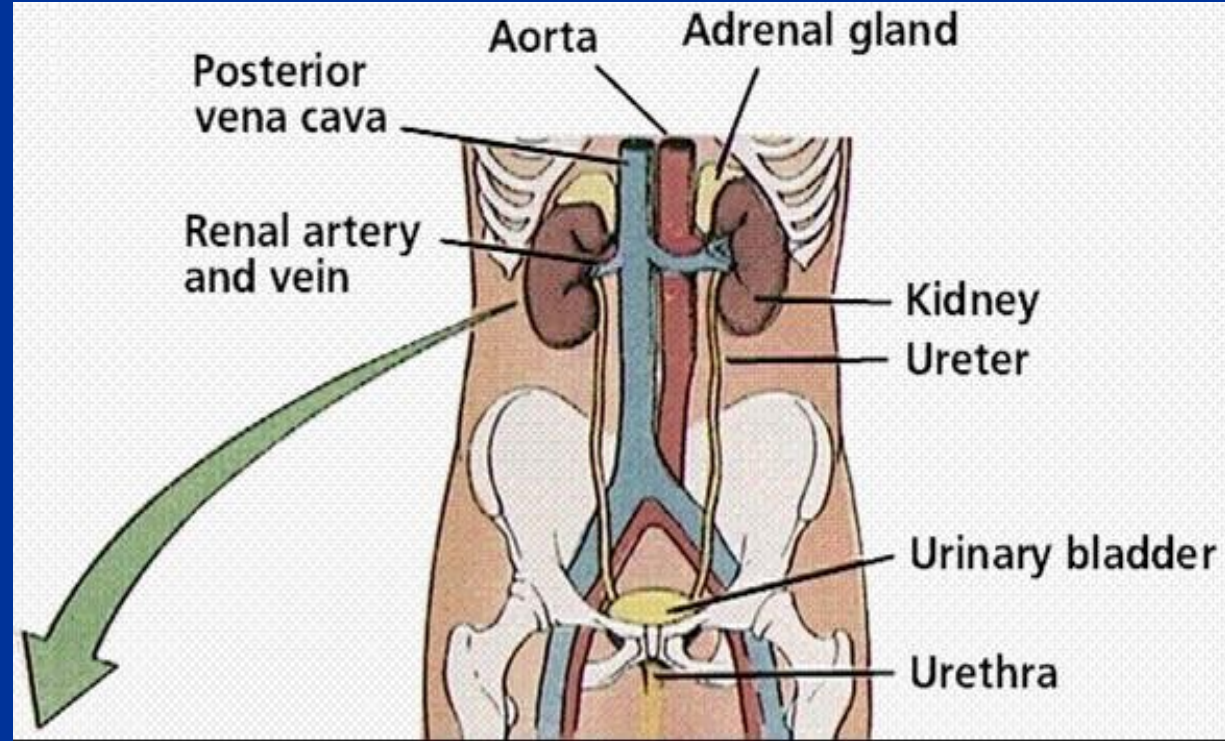
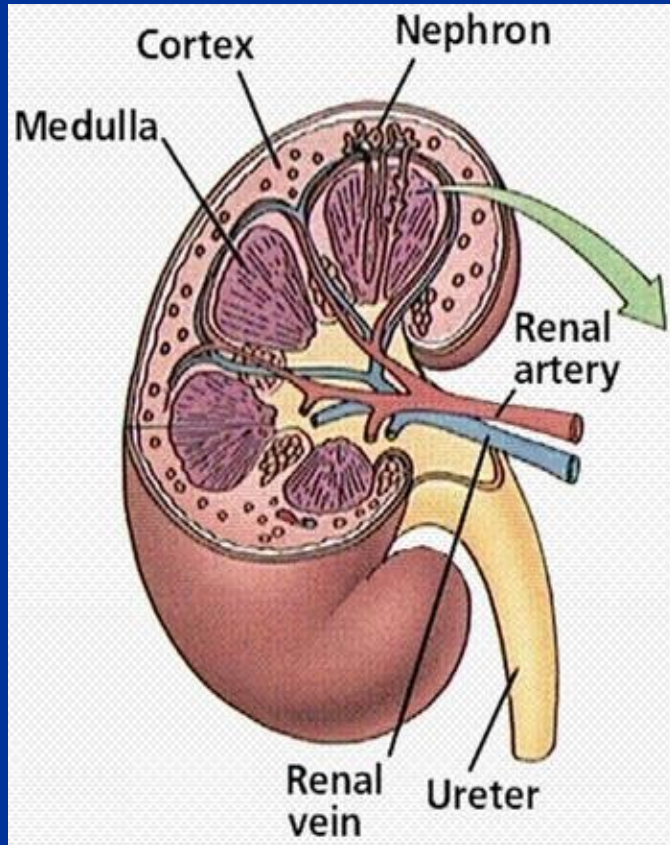
Função dos rins de aves e mamíferos

- Os rins de mamíferos e aves utilizam filtração, reabsorção, secreção e um mecanismo de contra-corrente para produzir uma urina hipertônica.
- A filtração do plasma no glomérulo é dependente da pressão arterial. Cristalóides e moléculas orgânicas pequenas são filtrados, deixando células sanguíneas e grandes moléculas para trás.
- Sais e moléculas orgânicas, tais como açúcares, são parciais ou totalmente reabsorvidos do filtrado glomerular para os túbulos renais, e certas substâncias são secretadas nos túbulos. Um sistema multiplicador de contra-corrente inclui o duto coletor e a alça de Henle.

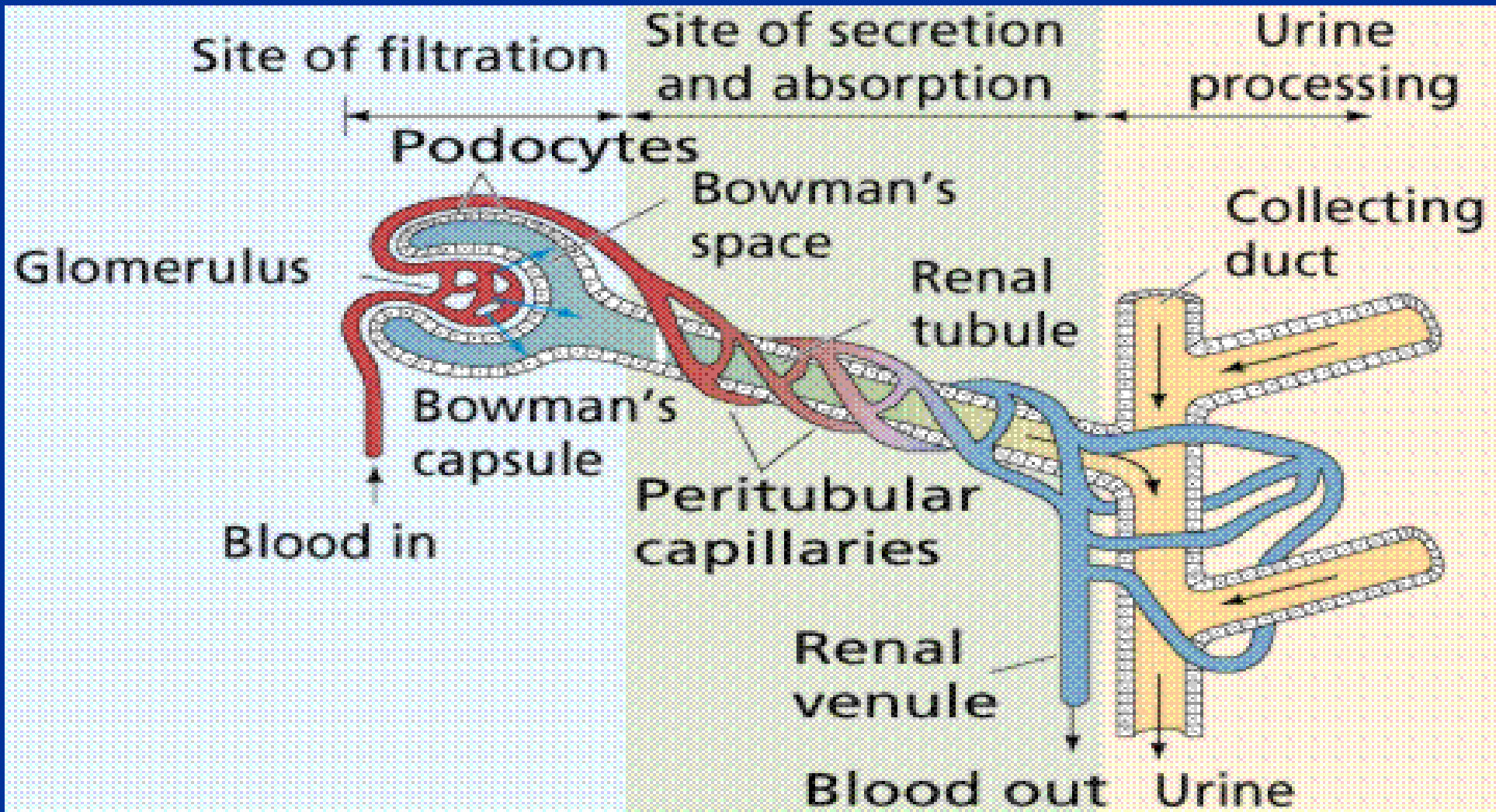
Função dos rins de aves e mamíferos

- A água é retirada osmoticamente para fora do duto coletor, à medida que passa através de altas concentrações medulares de sal e uréia, em direção ao pélvis renal. O controle endócrino da permeabilidade a água do duto coletor determina o volume de água reabsorvida para a circulação.
- Desses processos resulta que, na urina, as substâncias se encontram em proporções bem diferentes daquelas encontradas no sangue.

Rim humano

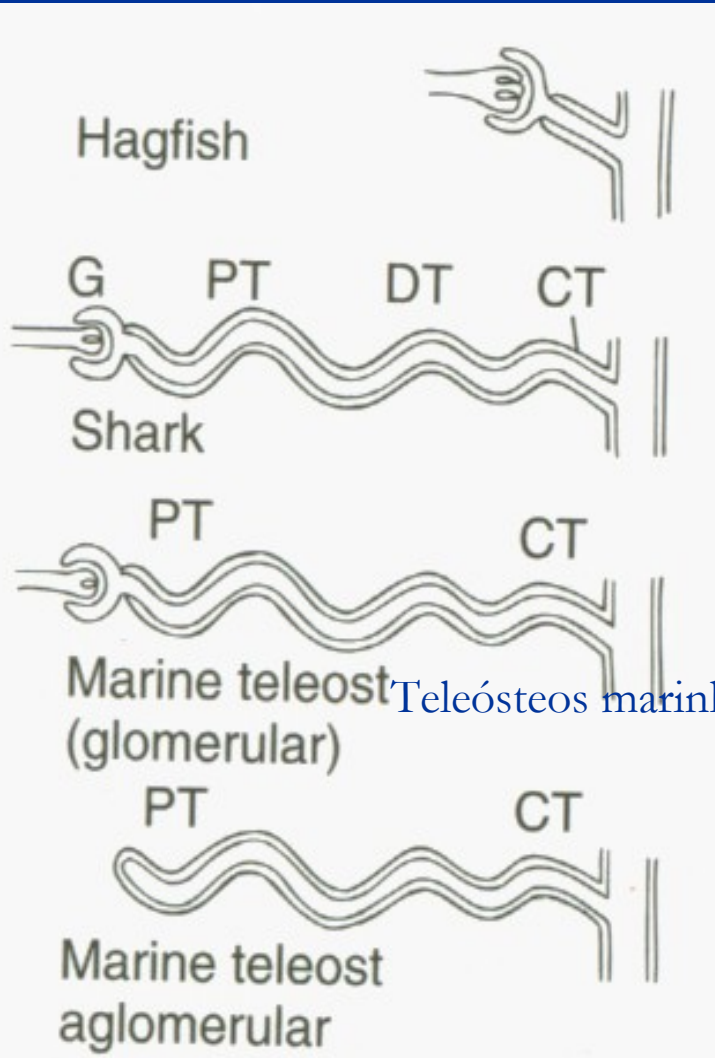


Função de um rim de mamífero

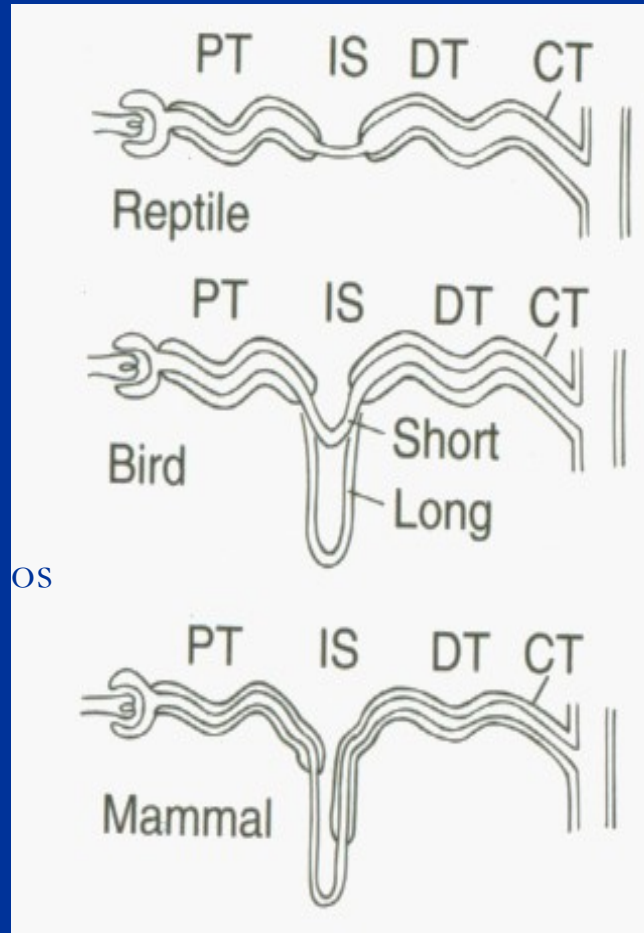


Néfrons e a contribuição adaptativa de cada segmento

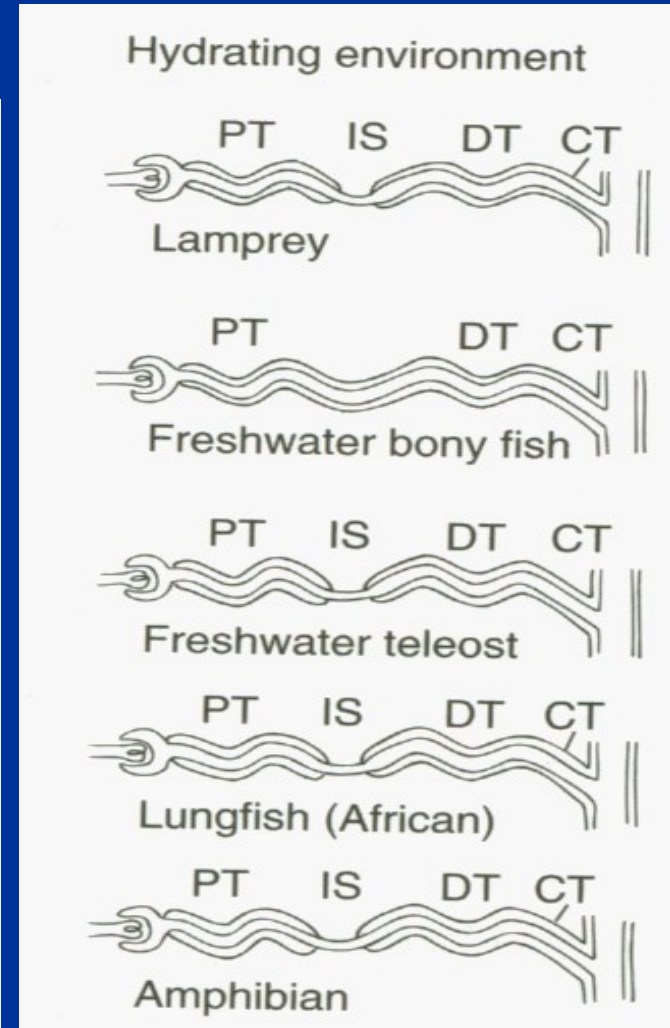
PT – túbulo proximal, G – glomérulo, CT- túbulo distal,
IS – segmento intermediário, DT- túbulo distal



(a) Ambiente marinho

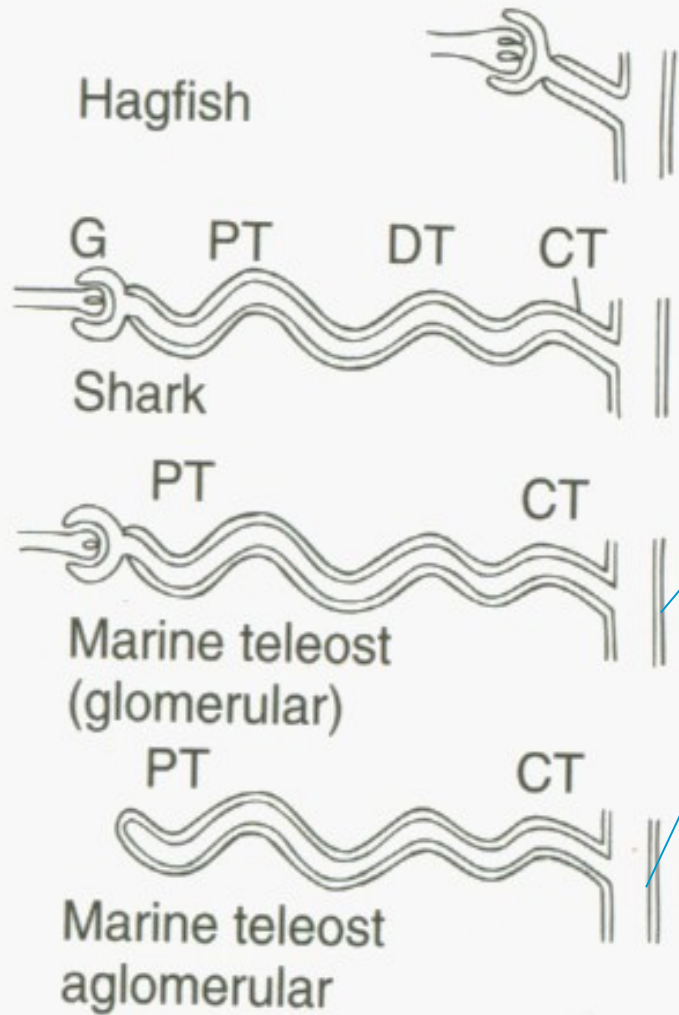


(b) Ambiente terrestre



(c) Água doce

Néfrons e a contribuição adaptativa de cada segmento



Em teleósteos marinhos o néfron é reduzido e há perda do túbulo distal, em alguns há perda da cápsula renal

(a) Ambiente marinho

Entre a água doce e a água salgada

- A maioria dos peixes é **estenohalina** – não toleram diferenças de salinidade
- Há, no entanto, espécies de peixes **anádromas**, que nascem em água doce migram para a água salgada e retornam para a água doce para se reproduzirem
- Salmão é um exemplo

Entre a água doce e a água salgada

- As espécies **catádromas** migram da água salgada para a água doce, reproduzindo-se em ambiente marinho.
- Enguia é um exemplo
- Em ambos os casos a transição não é abrupta
- O maior problema é controlar a perda de sais através das brânquias
- As brânquias dos **eurihalinos** apresentam permeabilidade reduzida ao sal e sobrevivem.