

Os rins dos Vertebrados

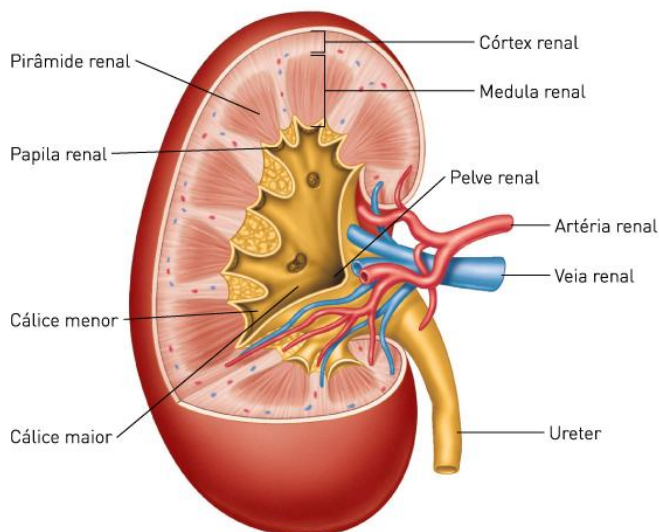
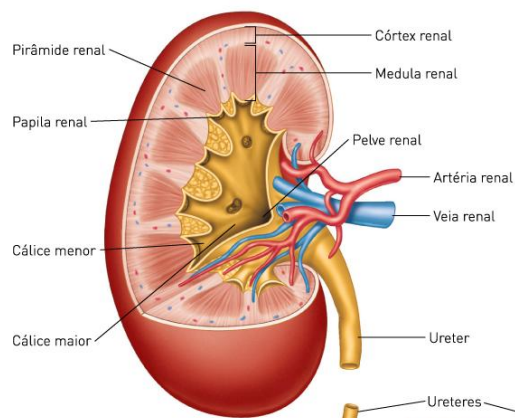


Figura 10.19 O rim dos mamíferos. O rim é composto por duas camadas, o córtex e a medula. A urina é produzida e coletada pelos cálices menores, que se juntam para formar o cálice maior. A urina passa através do ureter para dentro da bexiga urinária, para ser armazenada, e finalmente deixa o animal através da uretra.

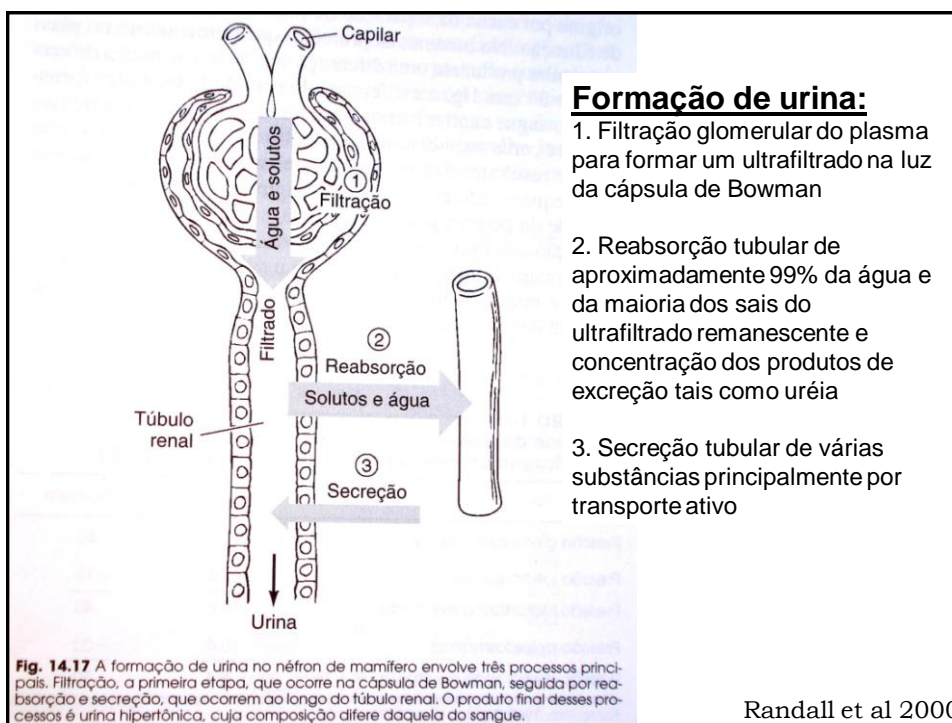
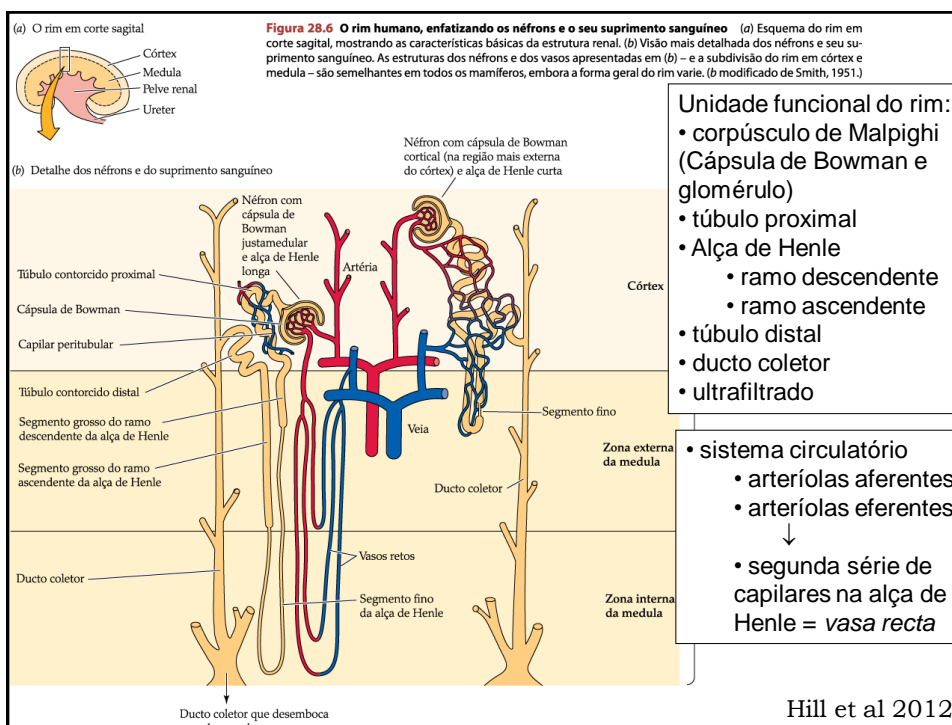
Moyes e Schulte 2010

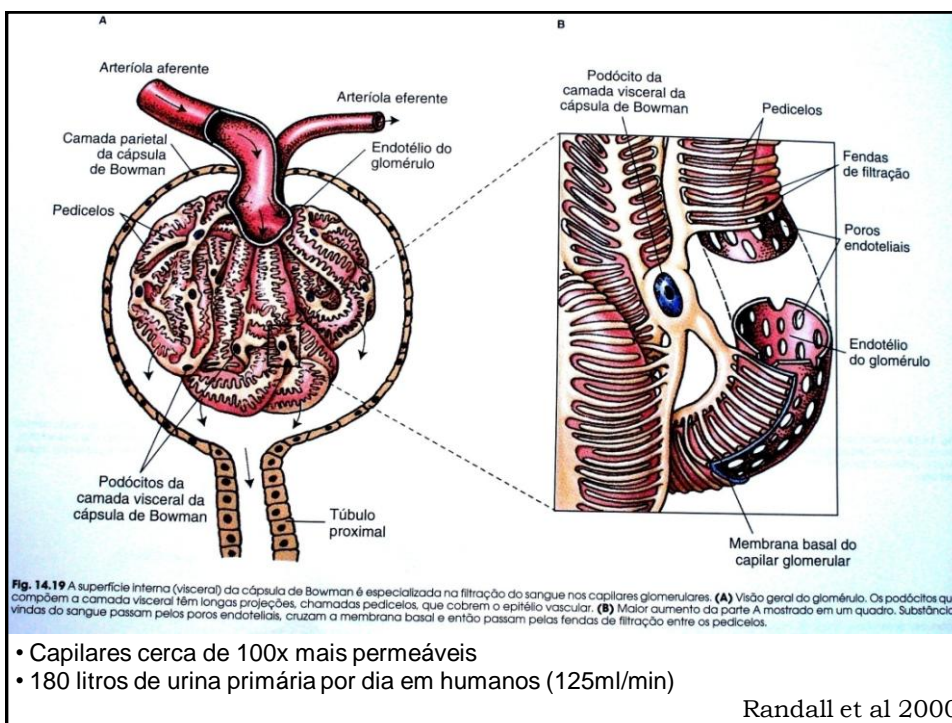
Rim



- Altamente irrigado com sangue (20-25% do débito cardíaco nos mamíferos)
- Sangue arterial
- Sangue venoso (sistema porta renal) em alguns grupos de vertebrados

Moyes e Schulte 2010





QUADRO 14.10
Relação entre o tamanho molecular de uma substância e a razão de sua concentração no filtrado que aparece na cápsula de Bowman para sua concentração no plasma (filtrado)/(filtrando)

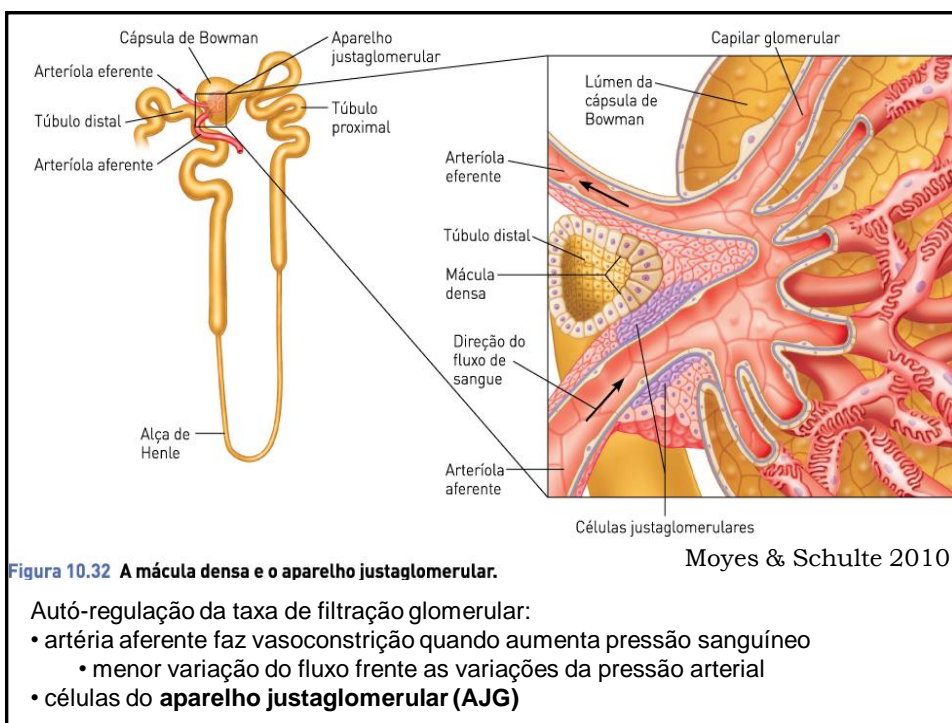
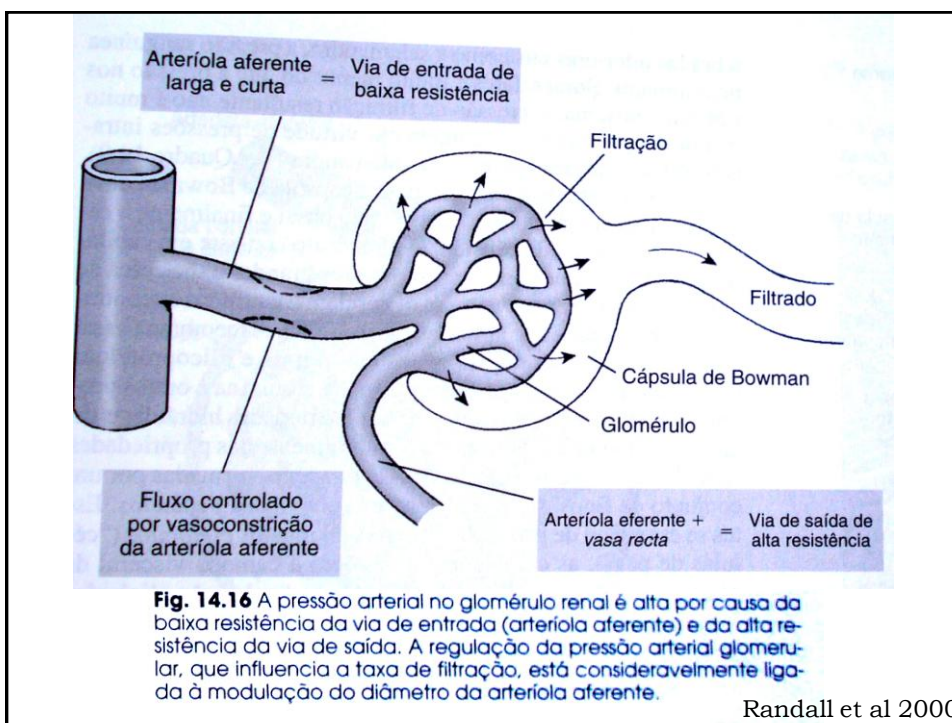
Substância	Peso molecular	Dimensões (em nanômetros)		(filtrado)/(filtrando)
		Raio do coeficiente de difusão	Dimensões da difração de raio X	
Água	18	0,11		1,0
Uréia	6	0,16		1,0
Glicose	180	0,36		1,0
Sacarose	342	0,44		1,0
Insulina	5.500	1,48	54 → 1,8	0,98
Micoglobina	17.000	2,25	88 → 2,2	0,75
Albumina do ovo	43.500	2,85	110 → 3,0	0,22
Hemoglobina	68.000	3,25	150 → 3,5	0,03
Albumina do soro	69.000	3,55	150 → 3,6	<0,01

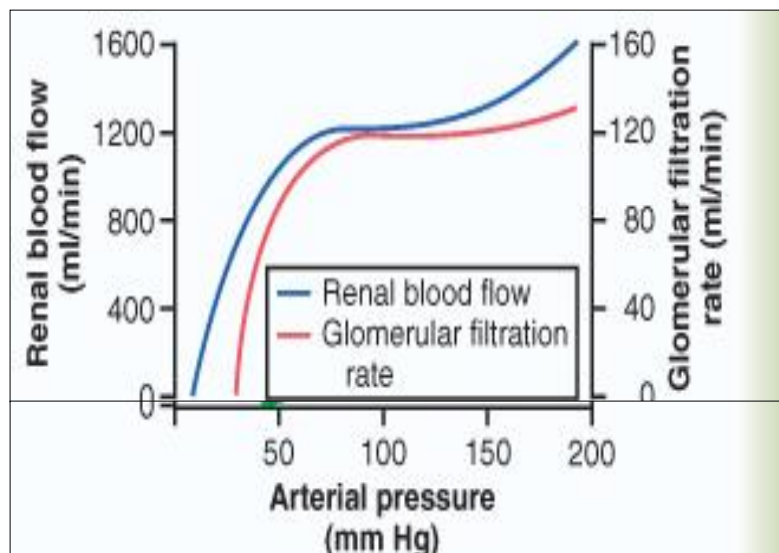
Fonte: Pitts, 1968.

Tão pequeno que quase não há retenção no glomérulo
→ quantidades iguais no plasma e na urina filtrada

Tão grande que há retenção quase total no glomérulo
→ deveria estar ausente na urina filtrada

Randall et al 2000





Autorregulação do fluxo sanguíneo renal e da taxa de filtração glomerular em relação às variações na pressão sanguínea arterial.

Guyton & Hall 2006

Mecanismos de regulação de filtração glomerular

- A taxa de filtração glomerular (TFG) é mantida constante por vias intrínsecas e extrínsecas frente às variações na pressão sanguínea.

- Regulação autócrina:

PA \uparrow \rightarrow estiramento das células de musculatura lisa \rightarrow vasoconstrição \rightarrow TFG \downarrow

PA \downarrow \rightarrow encolhimento das células de musculatura lisa \rightarrow vasodilatação \rightarrow TFG \uparrow

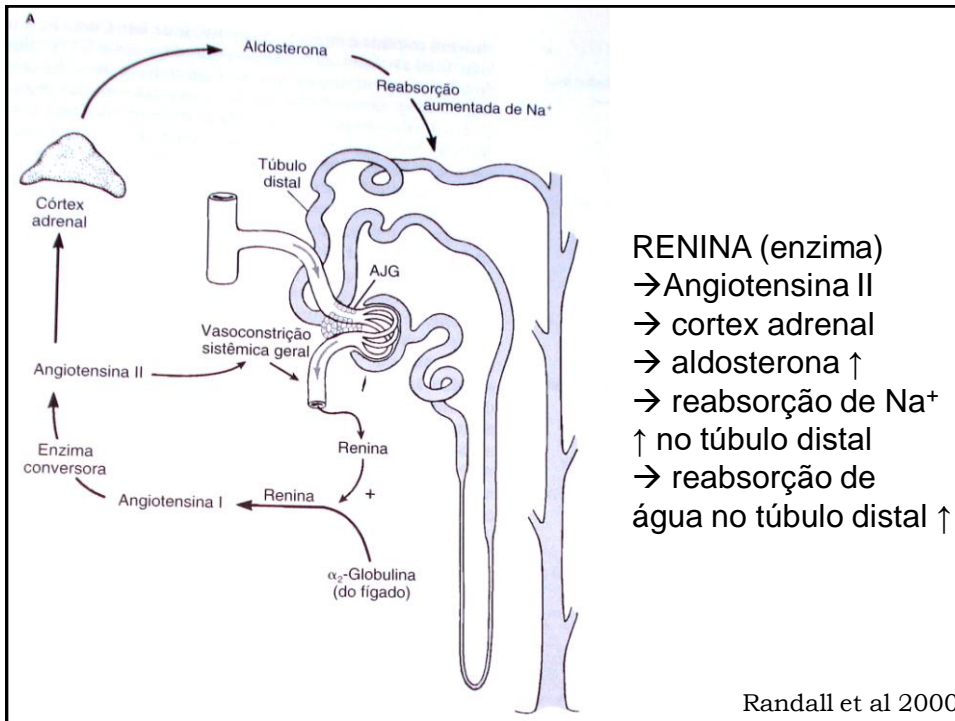
- Retroalimentação tubuloglomerular:

mácula densa monitora fluxo de líquido e concentração de Na $^+$ no túbulo distal \rightarrow fluxo \uparrow (ou Na $^+$ \downarrow) \rightarrow macula densa sinaliza para células justamedulares na arteríola aferente \rightarrow vasoconstrição da arteríola aferente \rightarrow TFG \downarrow

- Sistema renina-angiotensina-aldosterona:

PA \downarrow \rightarrow Células *justaglomerulares secretoras* na parede da arteríola aferente \rightarrow liberam RENINA (enzima) \rightarrow Angiotensina II \rightarrow vasoconstrição sistêmica geral e da arteríola aferente \rightarrow TFG \downarrow (preservação do volume de sangue)

mácula densa monitora fluxo de líquido e concentração de Na $^+$ no túbulo distal \rightarrow fluxo \uparrow (ou Na $^+$ \downarrow) \rightarrow Células *justaglomerulares secretoras* na parede da arteríola aferente \rightarrow liberam RENINA (enzima) \rightarrow Angiotensina II \rightarrow vasoconstrição sistêmica geral e da arteríola aferente \rightarrow TFG \downarrow

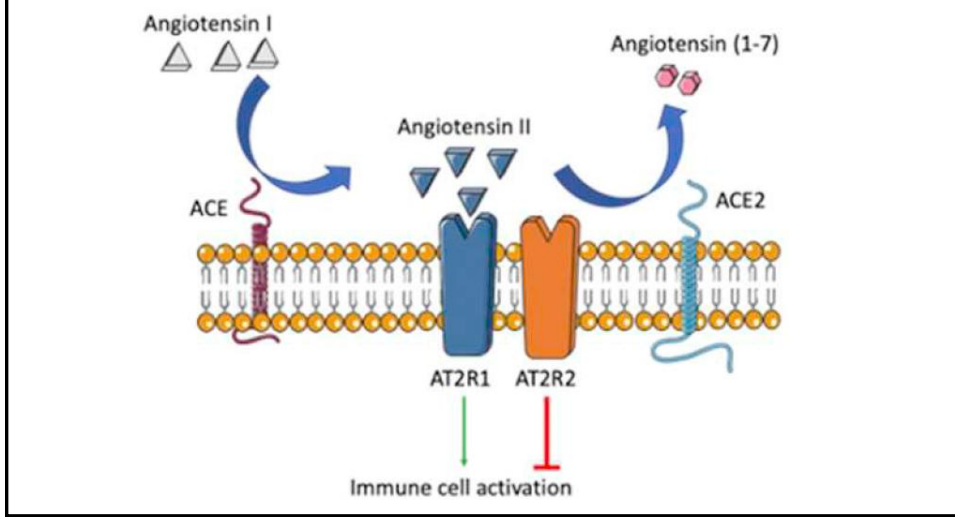


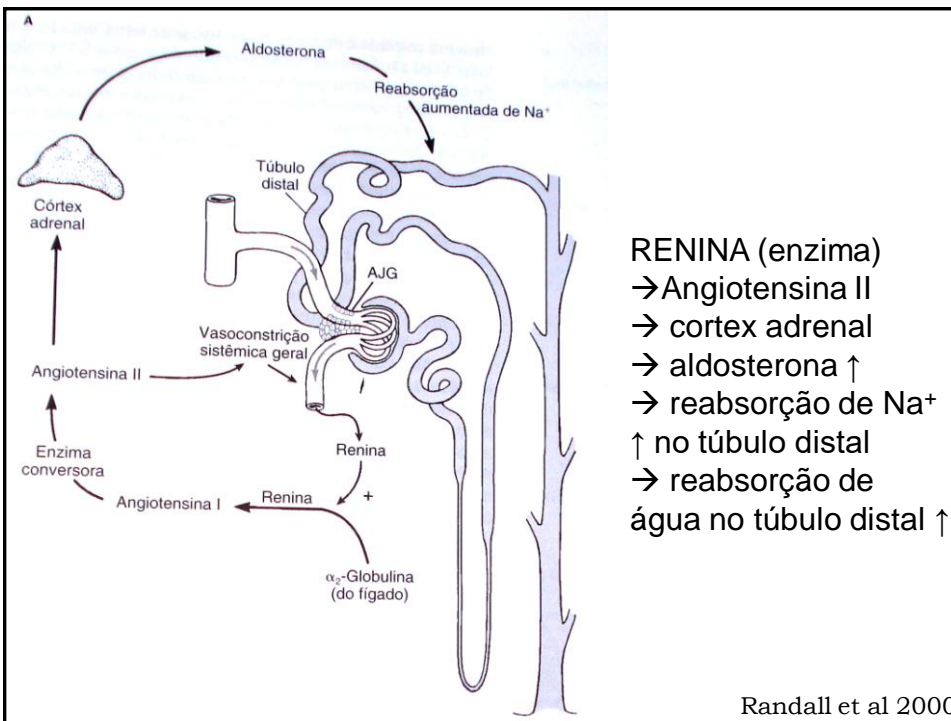
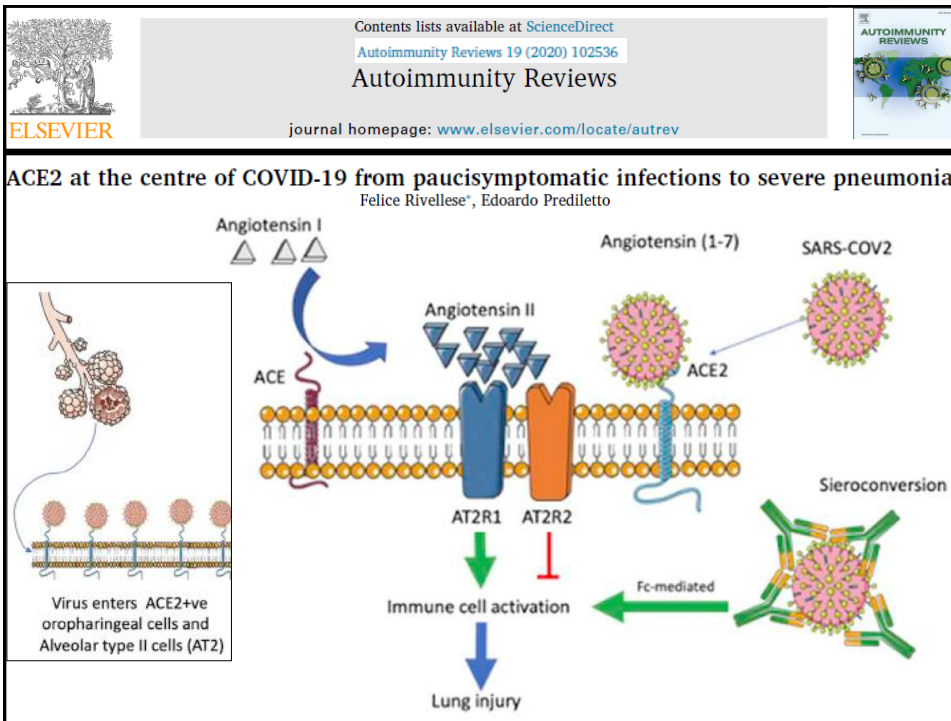
Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)
 Autoimmunity Reviews 19 (2020) 102536
Autoimmunity Reviews
 journal homepage: www.elsevier.com/locate/autrev

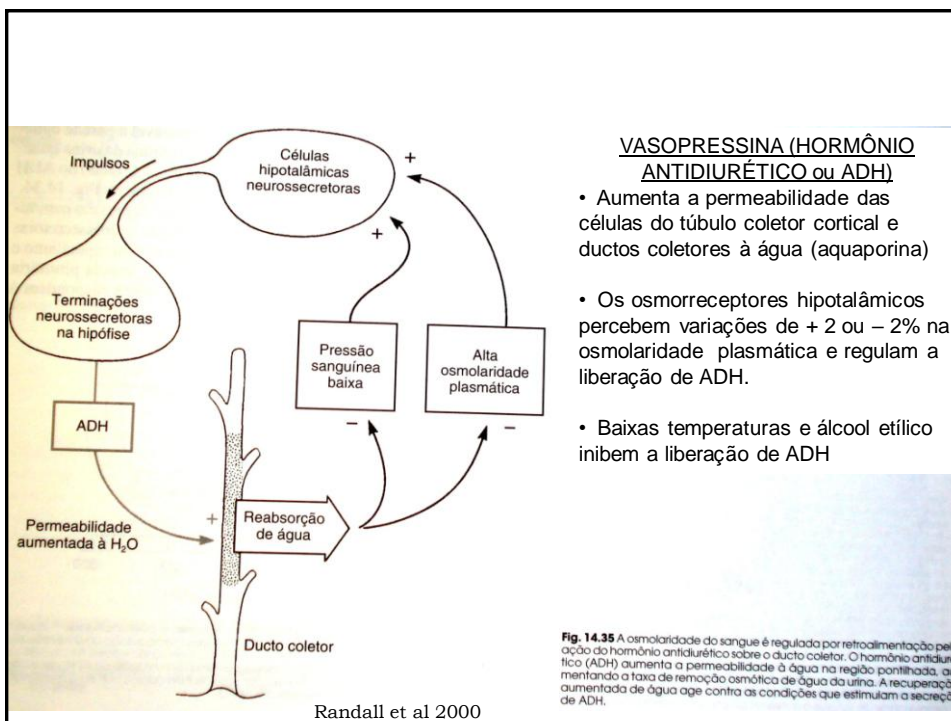
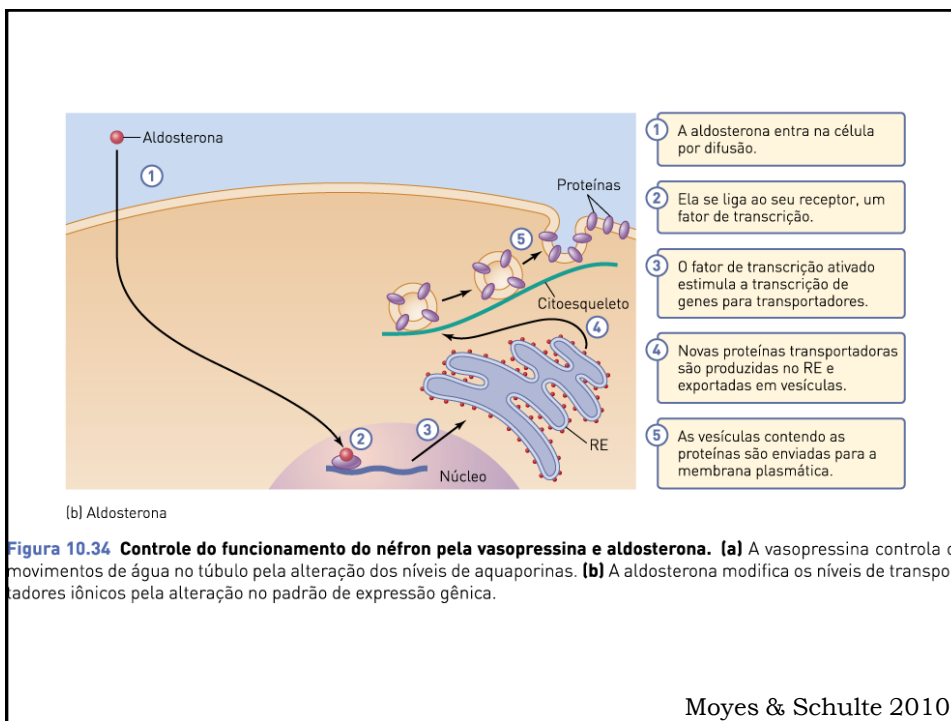
ELSEVIER

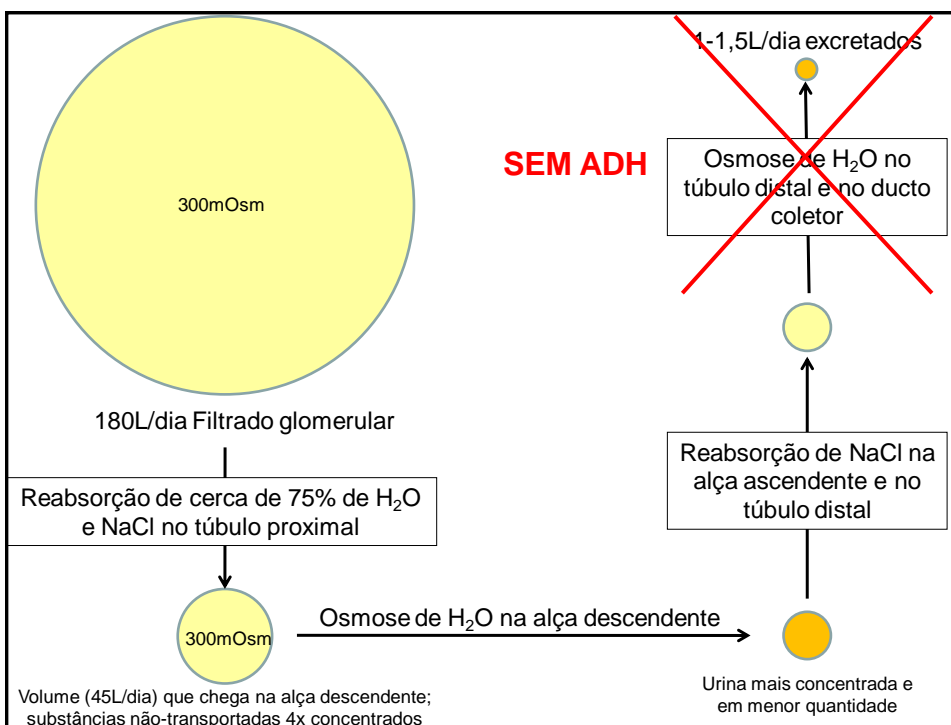
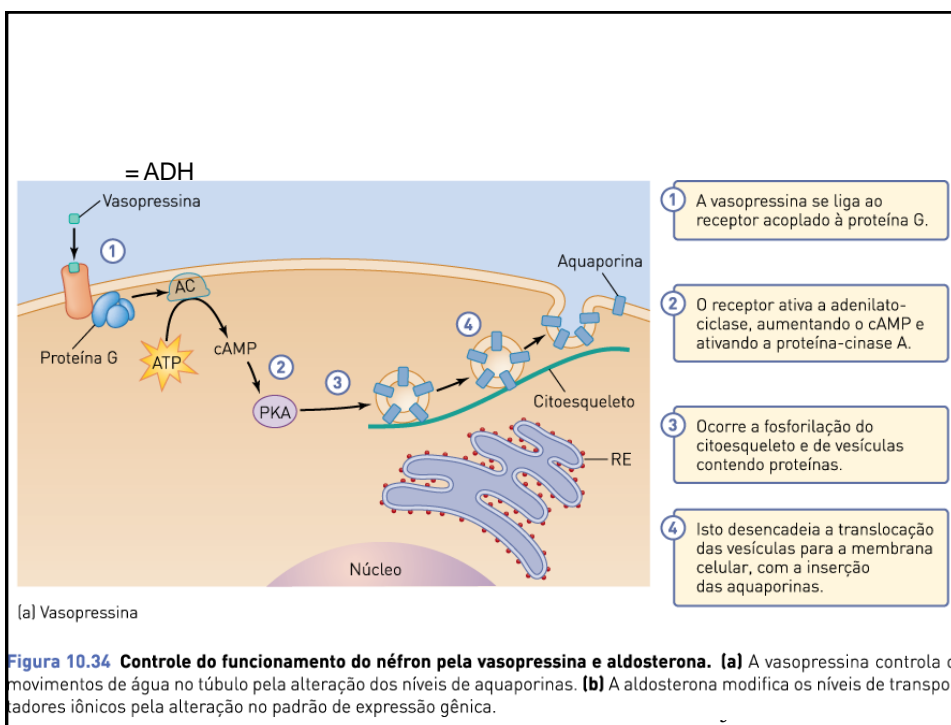
AUTOIMMUNITY REVIEWS

ACE2 at the centre of COVID-19 from paucisymptomatic infections to severe pneumonia
 Felice Rivellese*, Edoardo Prediletto







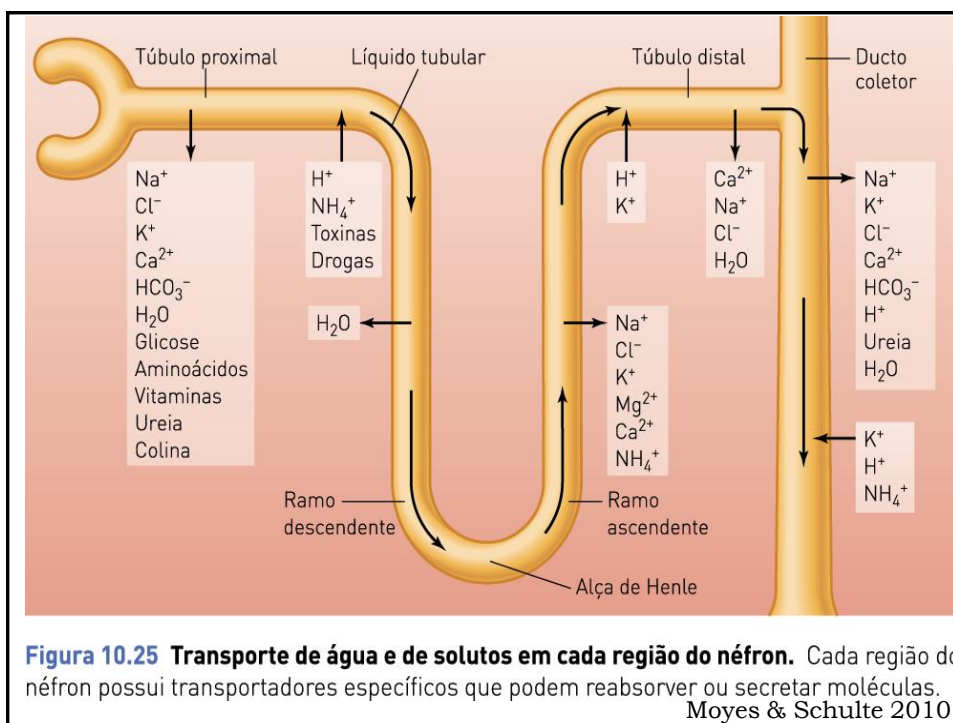


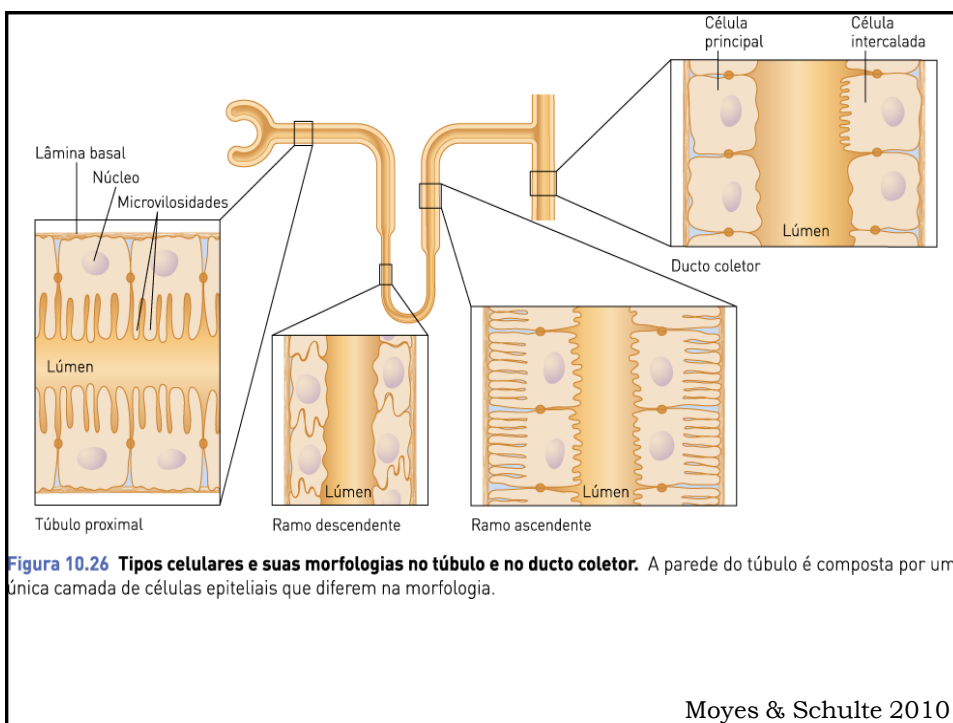
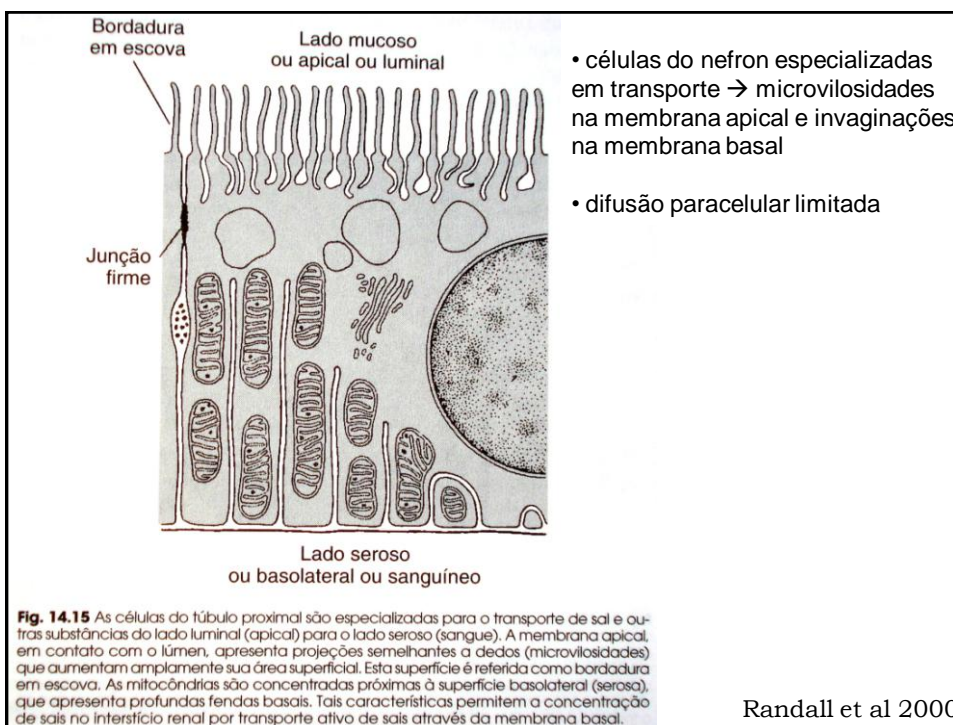
QUADRO 14.10
Relação entre o tamanho molecular de uma substância e a razão de sua concentração no filtrado que aparece na cápsula de Bowman para sua concentração no plasma (filtrado) / (filtrando)

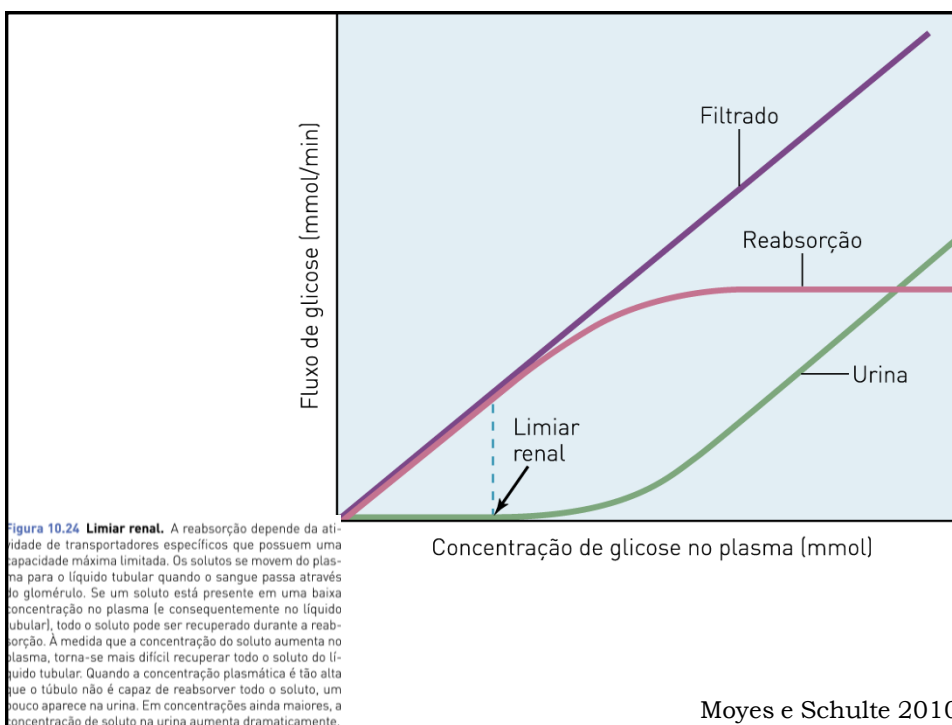
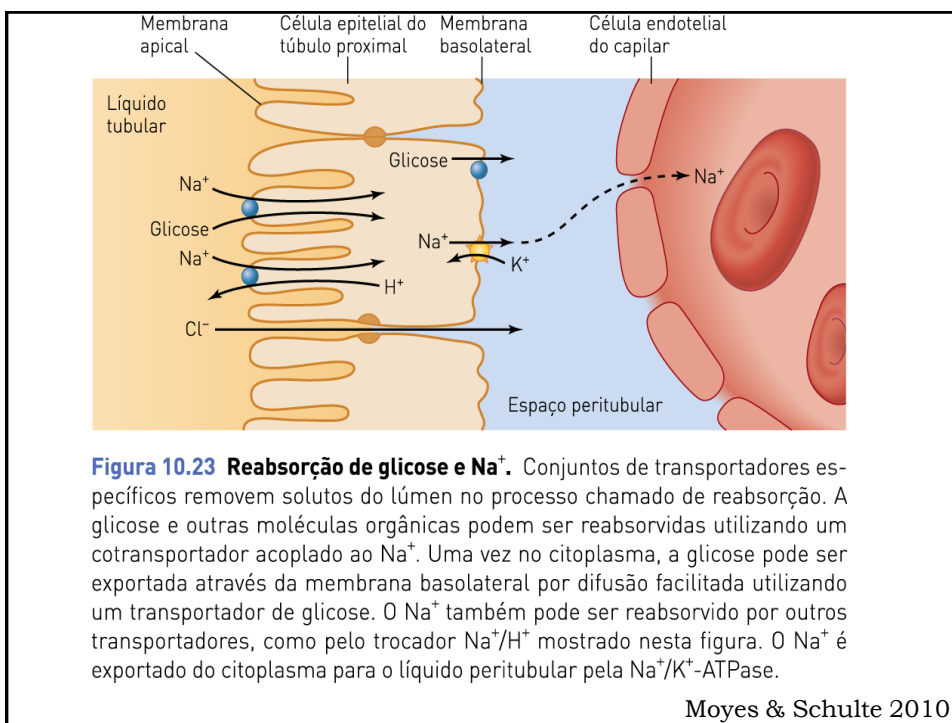
Substância	Peso molecular	Dimensões (em nanômetros)		(filtrado) / (filtrando)
		Raio do coeficiente de difusão	Dimensões da difração de raios X	
Água	18	0,11		1,0
Uréia	6	0,16		1,0
Glicose	180	0,36		1,0
Sacarose	342	0,44	54	1,0
Insulina	5.500	1,48	54	0,98
Mioglobina	17.000	1,95	88	0,75
Albumina do ovo	43.500	2,85	54	0,22
Hemoglobina	68.000	3,25	150	0,03
Albumina do soro	69.000	3,55	150	<0,01

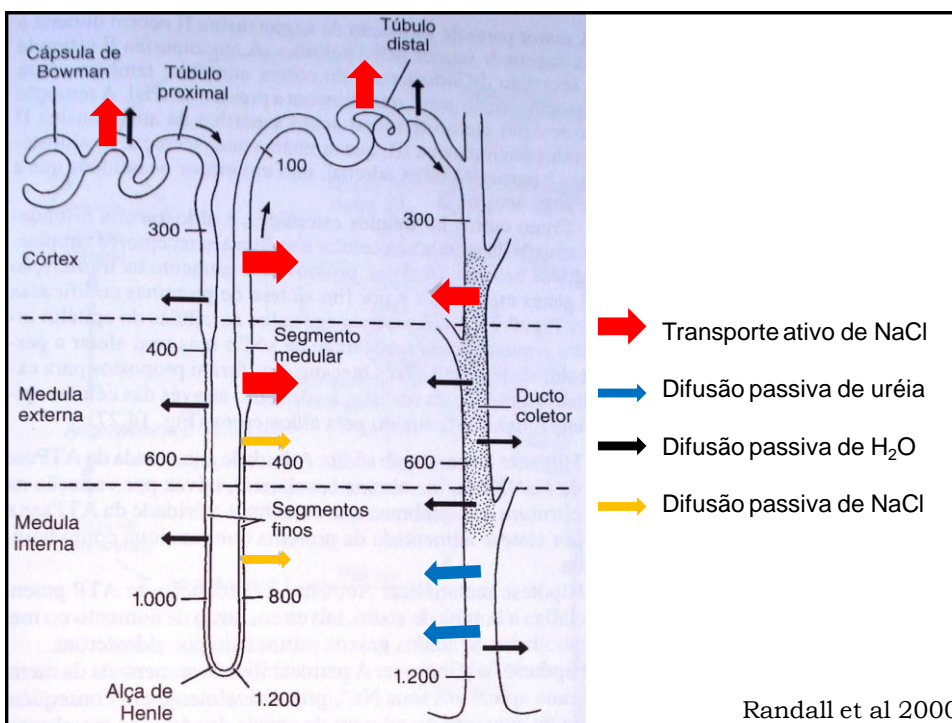
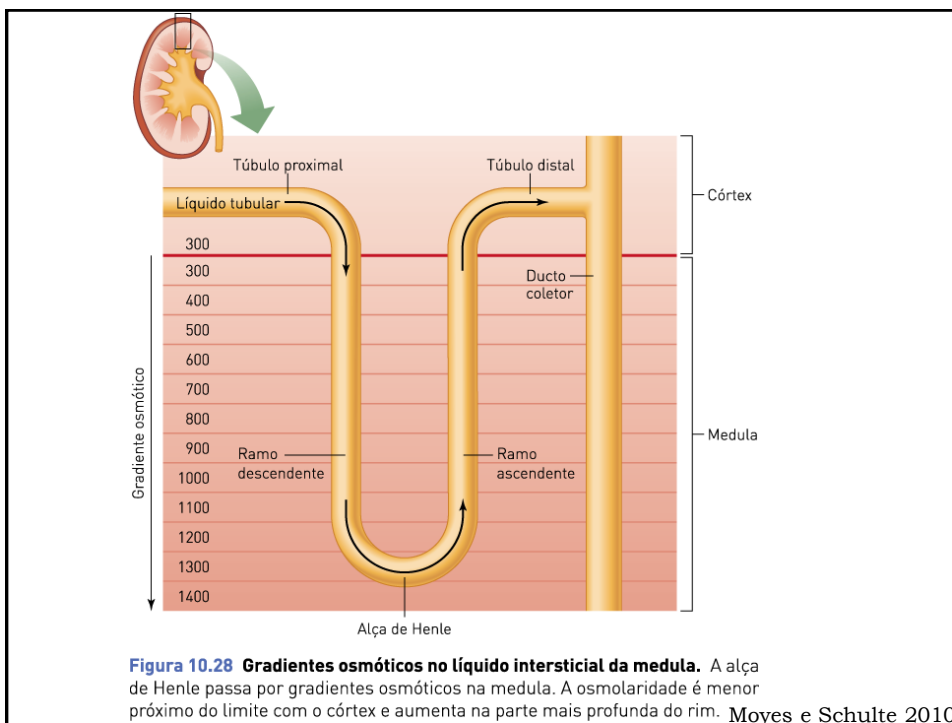
Fonte: Pitts, 1968.

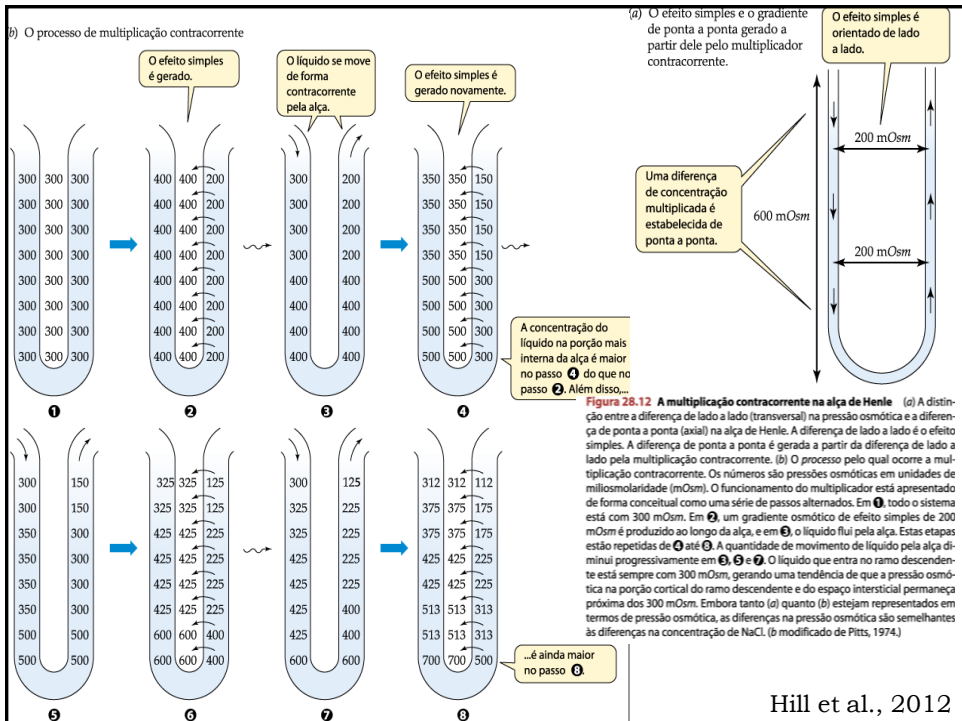
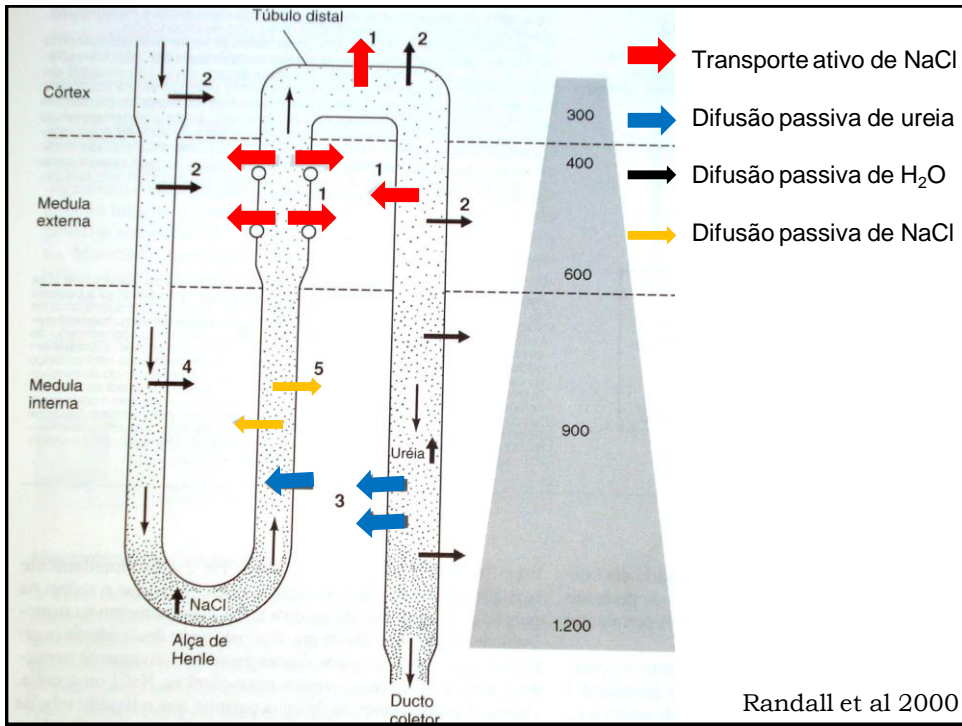
Randall et al 2000

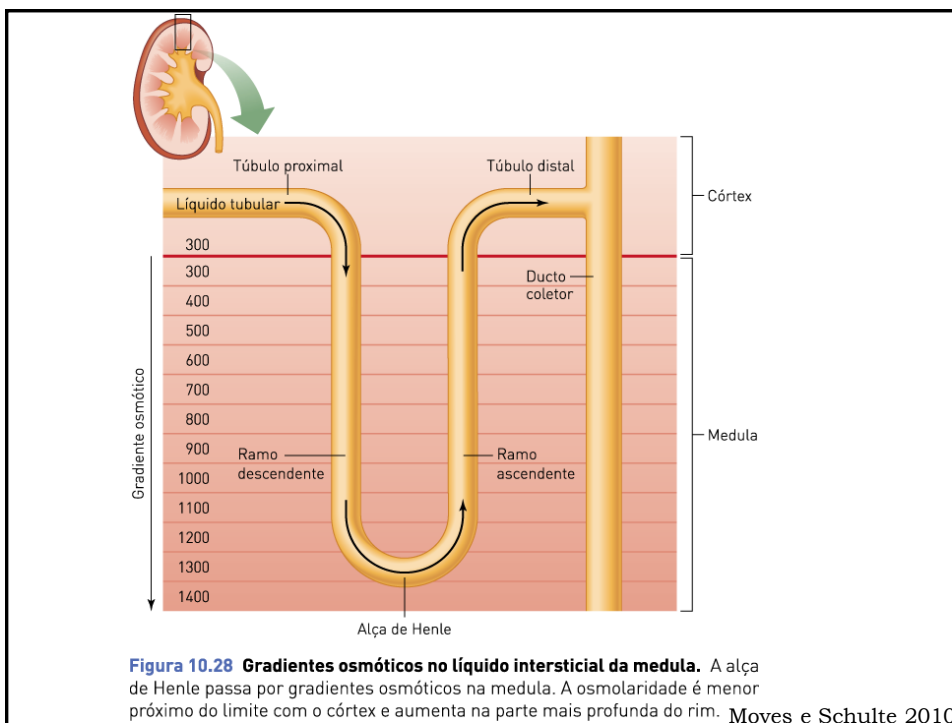
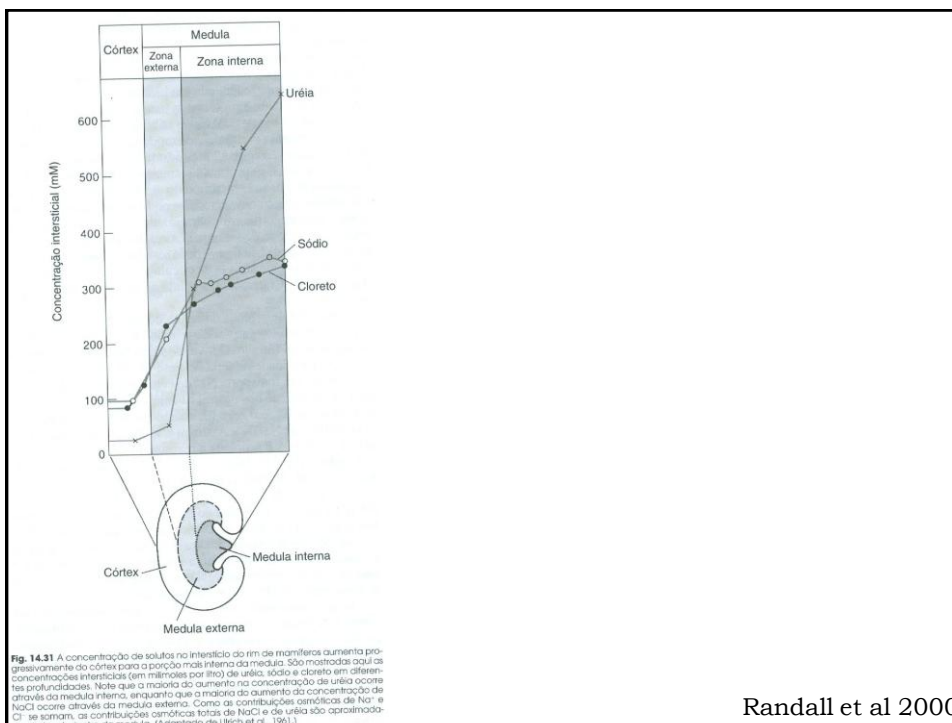












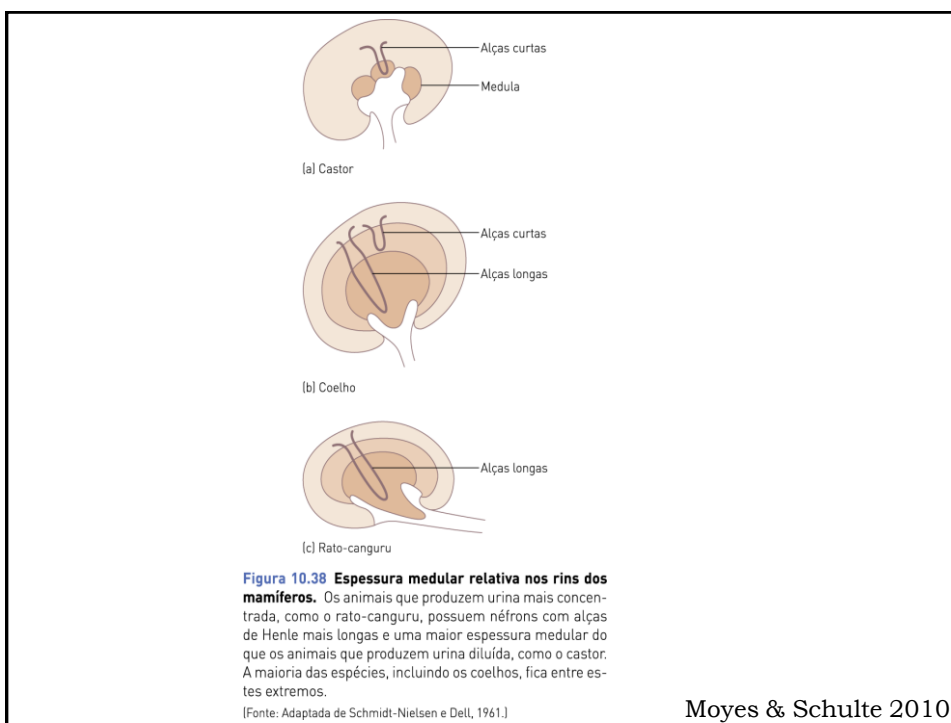


Tabela 9.2 A capacidade máxima de concentração do rim de vários mamíferos está correlacionada com o hábito normal do animal, isto é, animais desérticos exibem as maiores concentrações urinárias e os de água doce, as menores.

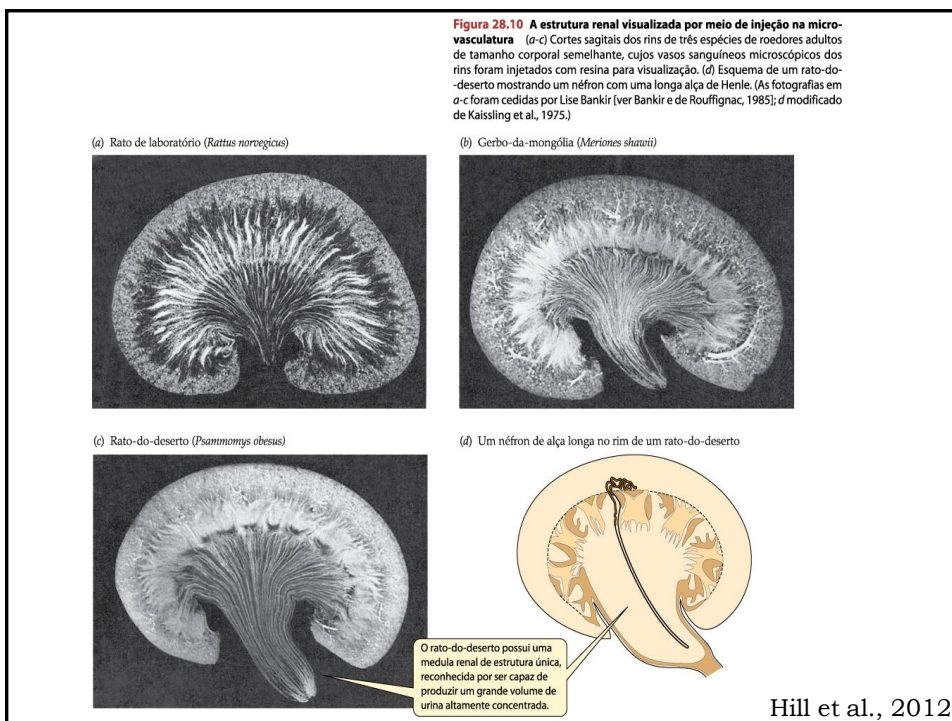
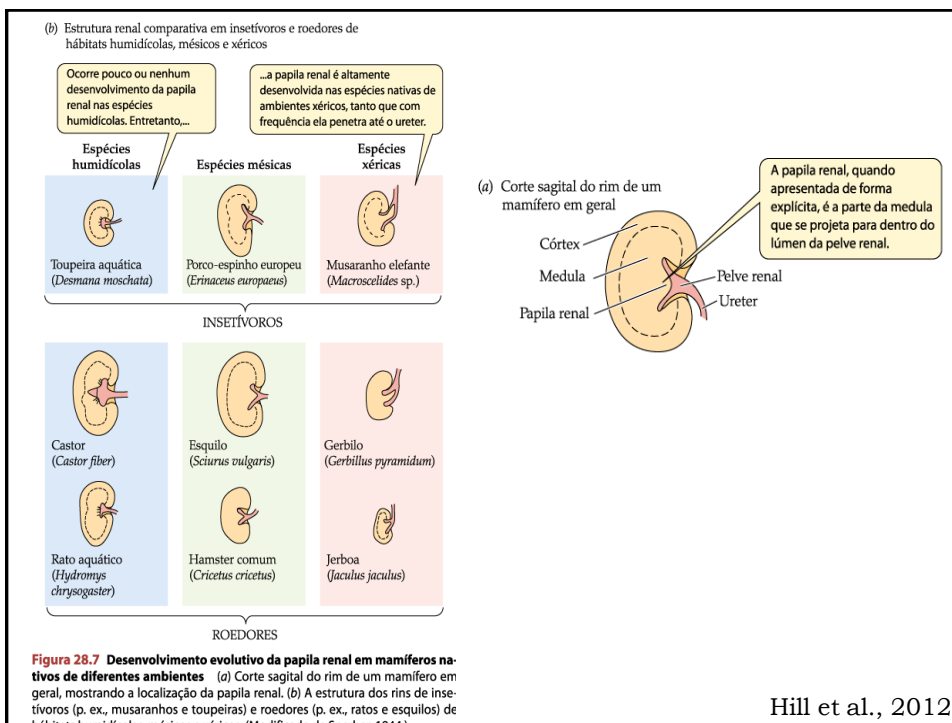
Animal	Concentração osmótica máxima da urina (Osm litro ⁻¹)	Proporção entre as concentrações urinária/plasmática
Castor ^a	0,52	2
Porco ^a	1,1	3
Homem ^{ab}	1,4	4
Rato branco ^b	2,9	9
Gato ^b	3,1	10
Rato canguru ^b	5,5	14
Rato de areia ^b	6,3	17
Camundongo saltador ^c	9,4	25

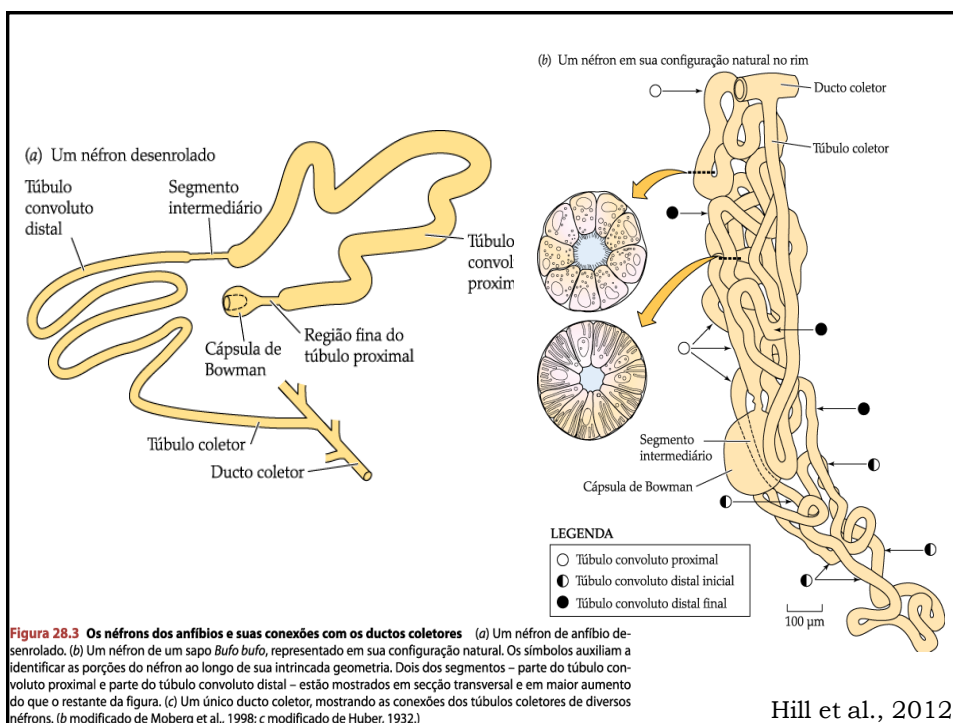
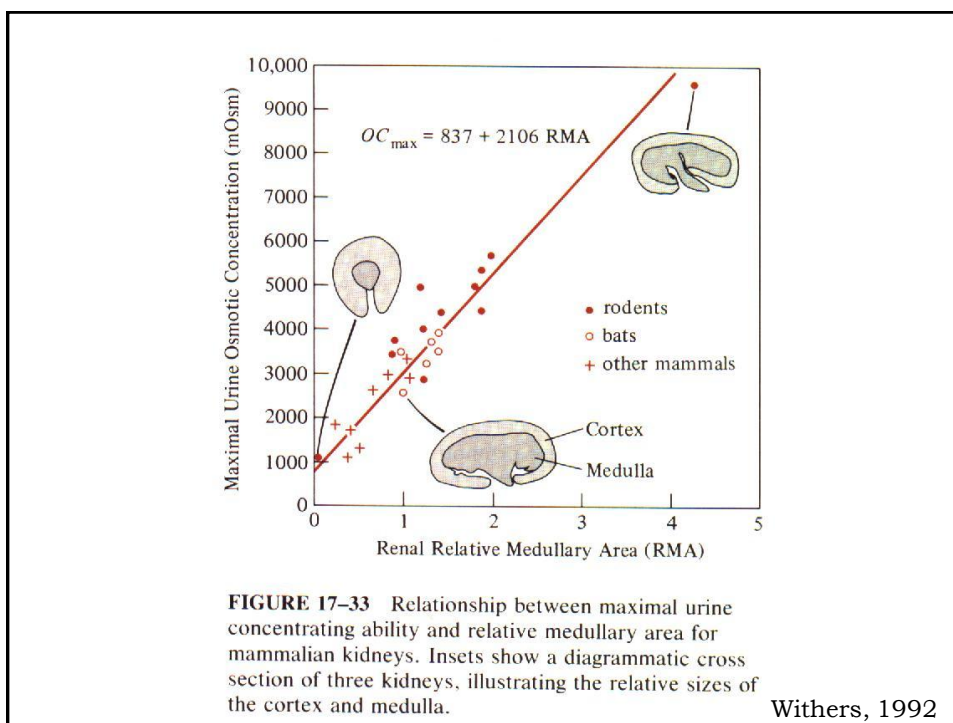
^aB. Schmidt-Nielsen e O'Dell (1961).

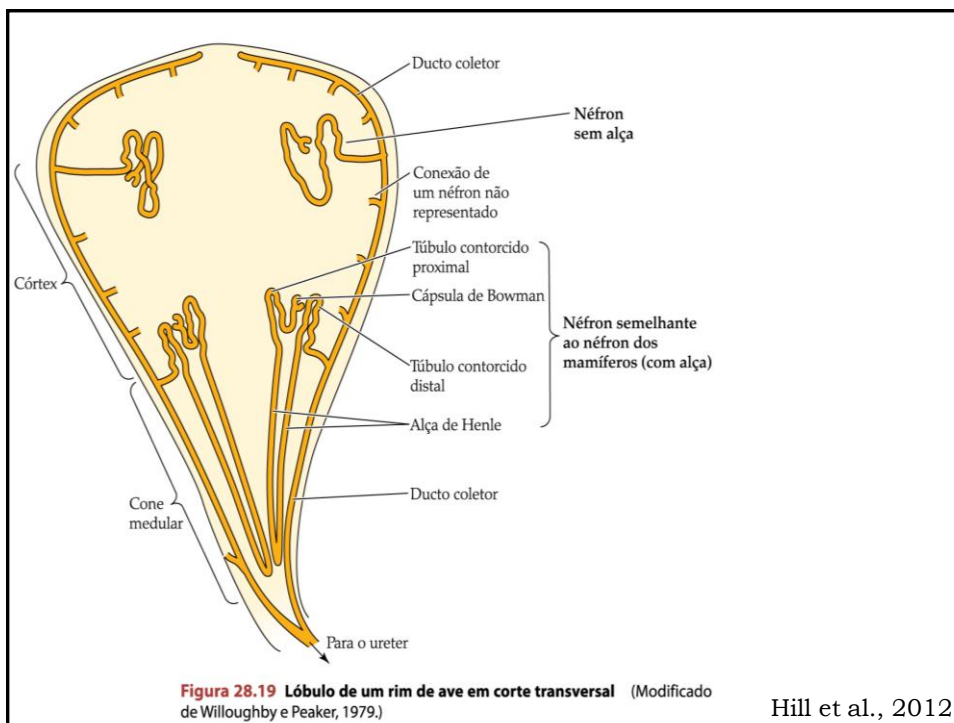
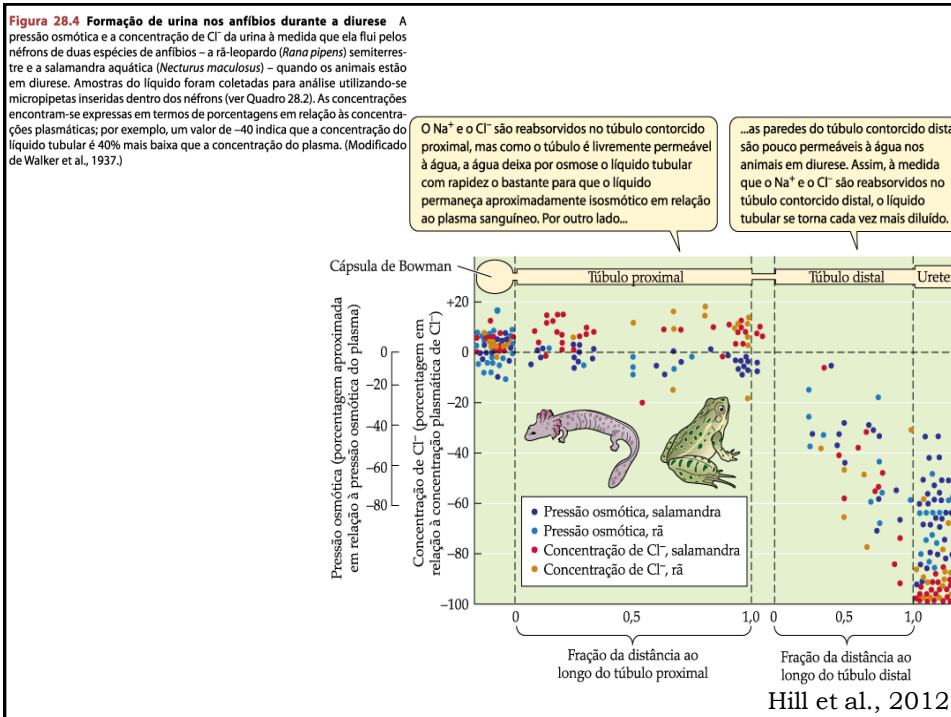
^bK. Schmidt-Nielsen (1964).

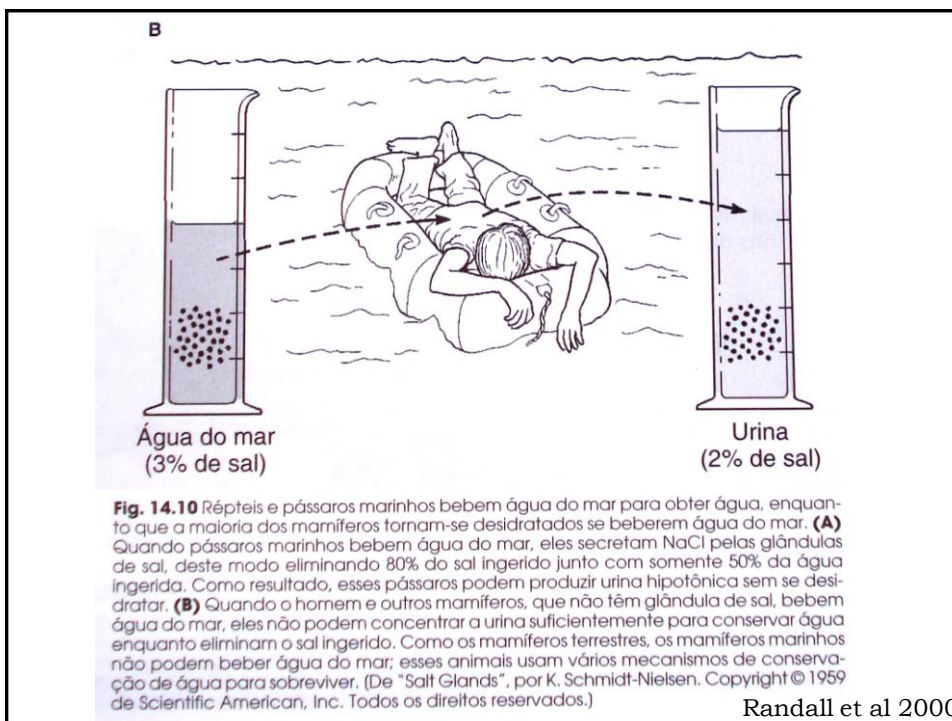
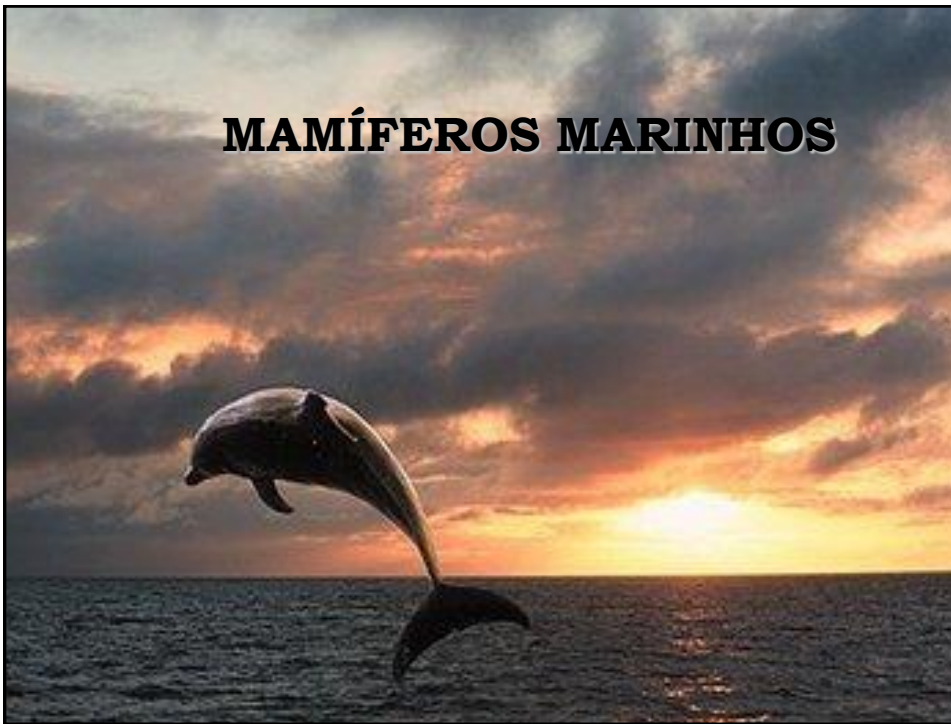
^cMacMillen e Lee (1967).

Schmidt-Nielsen, 2002









**Rins capazes de produzir
urina mais concentrada
do que a da água do mar**



Carga de sal depende da alimentação

Água do Mar Ingerida

**Volume (ml) Concentração
de Cl⁻ (mmol/L)**

1000 535

Urina Produzida

**Volume (ml) Concentração
de Cl⁻ (mmol/L)**

Homem 1350 400

Golfinho 650 820

Tabela 8.18 Efeito sobre o balanço hídrico de um homem e de uma baleia, causado pela ingestão de um litro de água do mar

	Água do mar ingerida		Urina produzida		Balanço hídrico: ganho ou perda (ml)
	Volume (ml)	Concentração de Cl ⁻ (mmol litro ⁻¹)	Volume (ml)	Concentração de Cl ⁻ (mmol litro ⁻¹)	
Homem	1.000	535	1.350	400	-350
Baleia	1.000	535	650	820	+350

Schmidt-Nielsen 2002

Mamíferos marinhos

“Água, água por todo lado e sem uma gota para beber!”

- conservação de água
- urina muito hiperosmótica
- perda reduzida através das vias respiratórias
- redução da taxa metabólica (foca-elefante recém-desmamada)
- leite com pouca água (muita gordura)
- peixes teleósteos como alimento

Órgãos extrarrenais de osmorregulação em Vertebrados

Brânquias
Glândula retal
Glândulas de sal

BRÂNQUIAS DE PEIXES

1) Água doce - Hipersomóticos

2) Marinhos - Isosmóticos ou Hiposmóticos

3) Espécies Anádromas e Catádromas



OSMOREGULAÇÃO EM VERTEBRADOS AQUÁTICOS (PEIXES)

1) Ciclóstomos (peixes-bruxas e lampréias)



⇒ Peixes-bruxas (marinhos)

-Únicos vertebrados isosmóticos

-Semelhantes á invertebrados marinhos

OSMOREGULAÇÃO EM VERTEBRADOS AQUÁTICOS (PEIXES)

1) Ciclostomos (peixes-bruxas e lampréias)

Petromyzon marinus (anádroma)

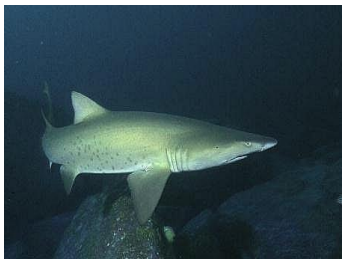


**Sempre mantém
concentrações
osmóticas menores
que a água do mar**

(hiposmóticos)

OSMOREGULAÇÃO EM VERTEBRADOS AQUÁTICOS (PEIXES)

2) Elasmobrânquios marinhos



Hiposmóticos? – perdem água para o meio?

Não! (pouco mais de 1000mOs/l)

OSMOREGULAÇÃO EM VERTEBRADOS AQUÁTICOS (PEIXES)

2) Elasmobrânquios marinhos



<u>Íon [mM]</u>	<u>Na⁺</u>	<u>Cl⁻</u>
Água do Mar	460	540
Peixes Cartilagosos	250	220

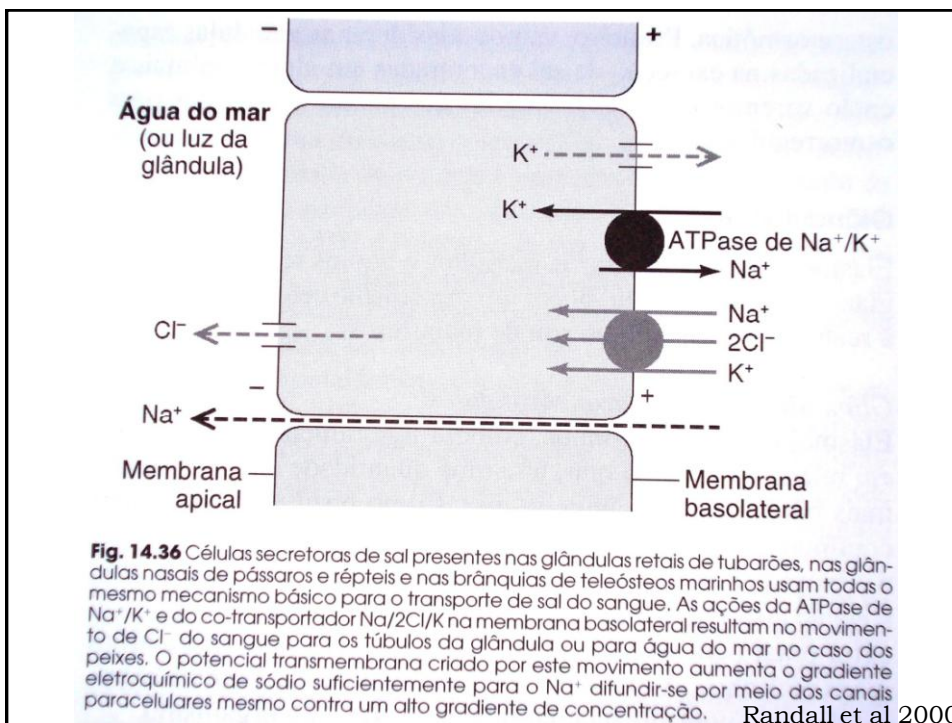


- Déficit osmótico (perda de água) compensado pelo acúmulo de uréia – reabsorção renal (350Mmol/l)

- 100 vezes acima ao nível encontrado em mamíferos (aumenta osmolaridade intracelular).

- Acúmulo de óxido de trimetilamina (TMAO), betaina e sarcosina.

- Ação da Glândula Retal (compensa entrada de água)



OSMOREGULAÇÃO EM VERTEBRADOS AQUÁTICOS (PEIXES)

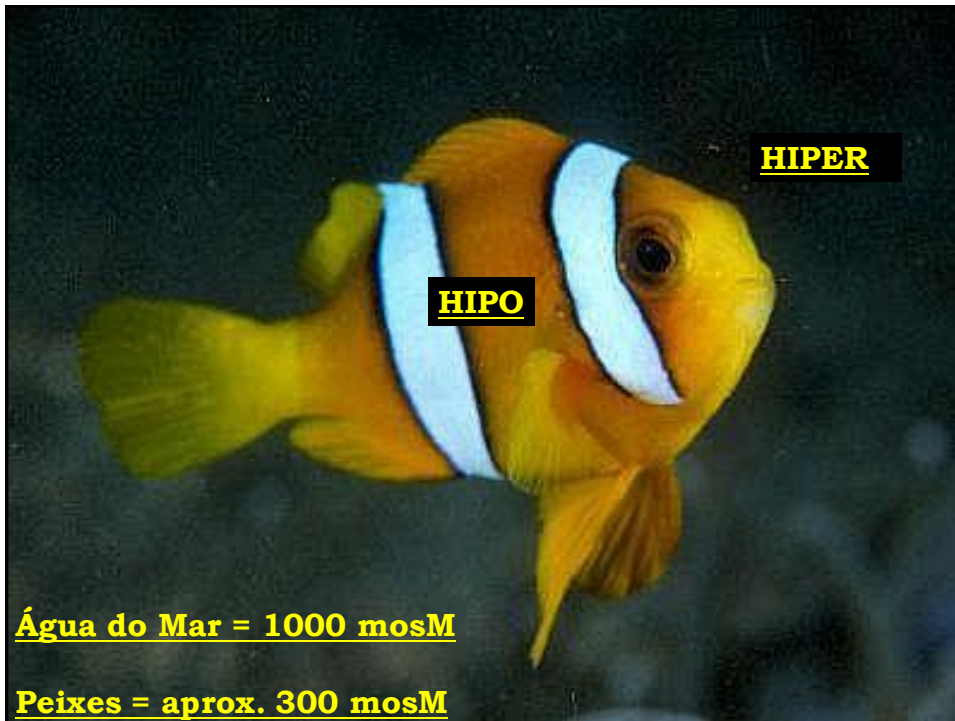
3) Teleósteos Marinhos



Hiposmóticos

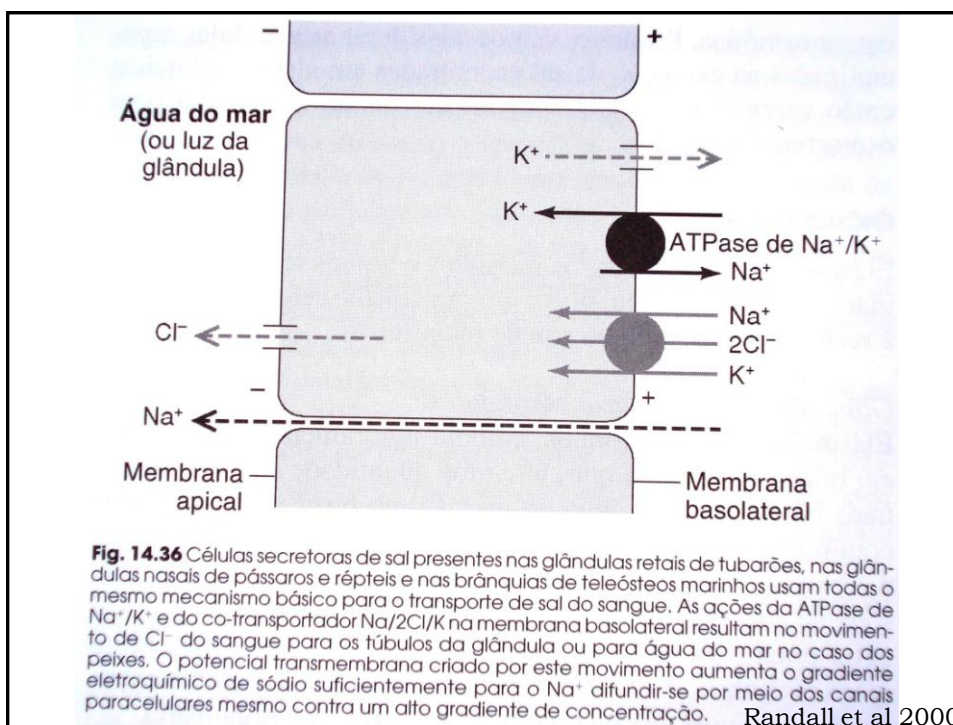


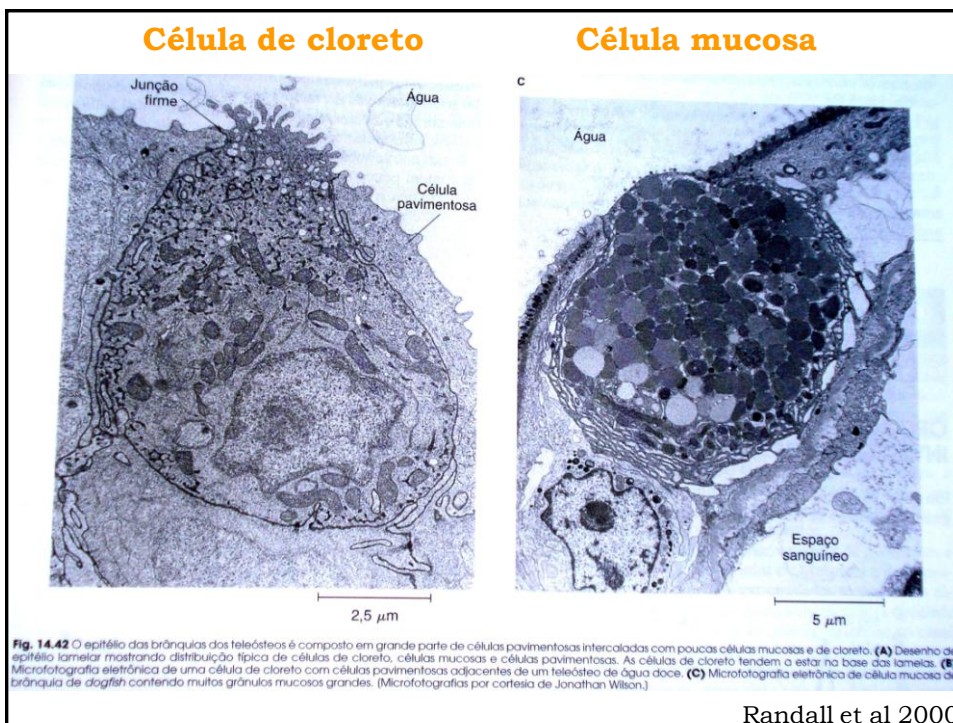
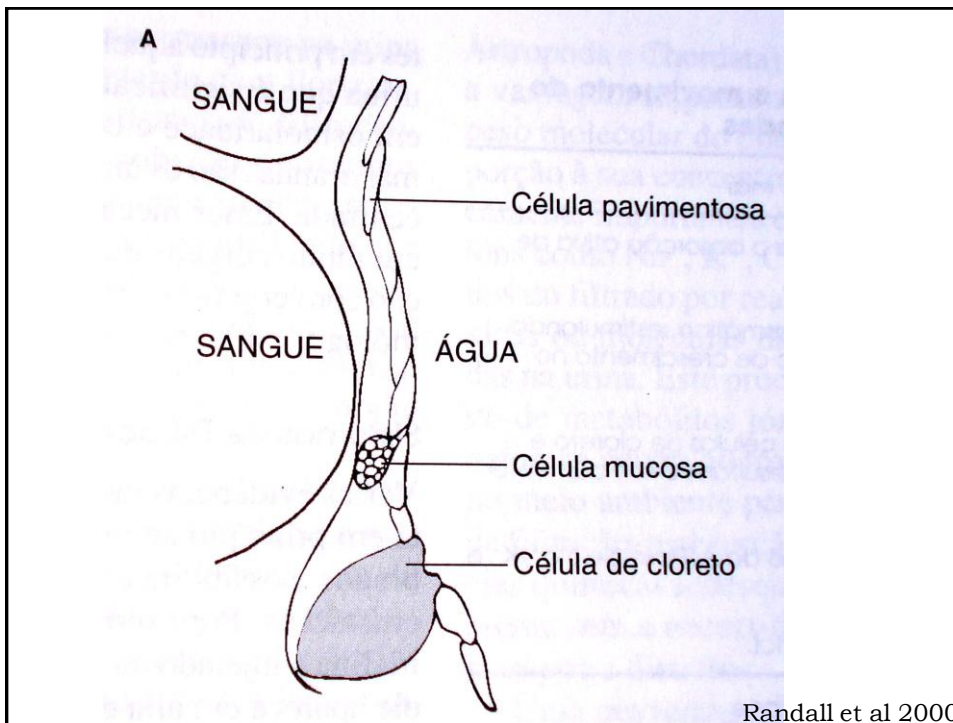
Perdem água

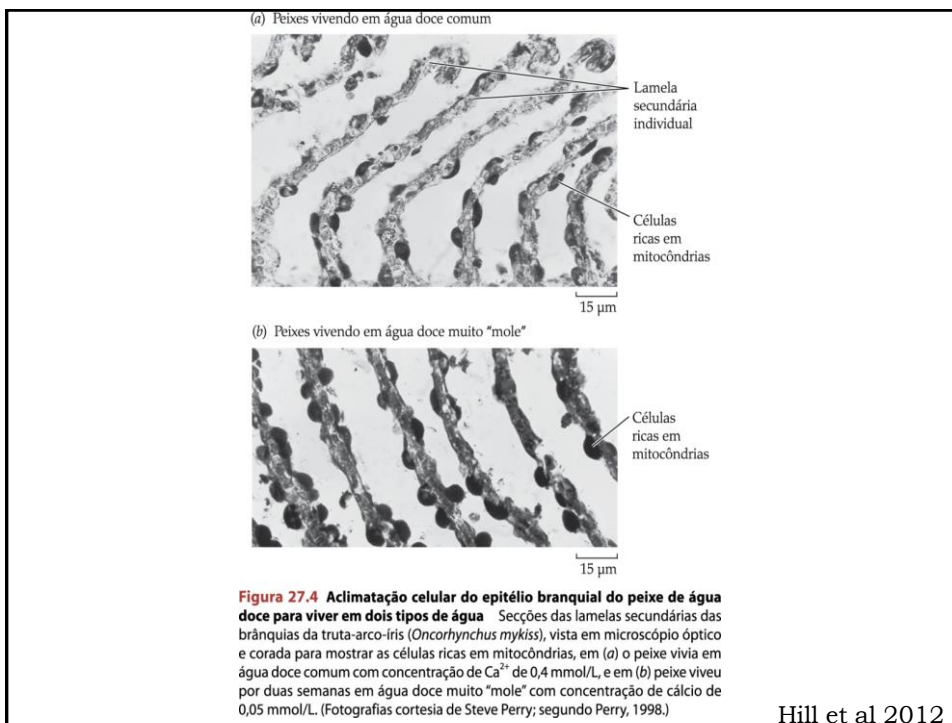


Brânquias dos peixes:

- Função não-respiratória:
 - transporte de íons, excreção de resíduos nitrogenados, manutenção do pH
 - cél. de cloreto, cél. pavimentosas, cel. mucosas
- Secreção de sal na água salgada:
 - níveis altos de uma ATPase de Na^+/K^+ associada com co-transportadores $\text{Na}/2\text{Cl}/\text{K}$ na membrana basolateral
 - canal de cloreto na membrana apical
 - cél. cloreto associada com cél. acessória
 - ⇒ canais paracelulares para Na^+
 - não há movimento de água seguindo o Na^+







OSMOREGULAÇÃO EM VERTEBRADOS AQUÁTICOS (PEIXES)

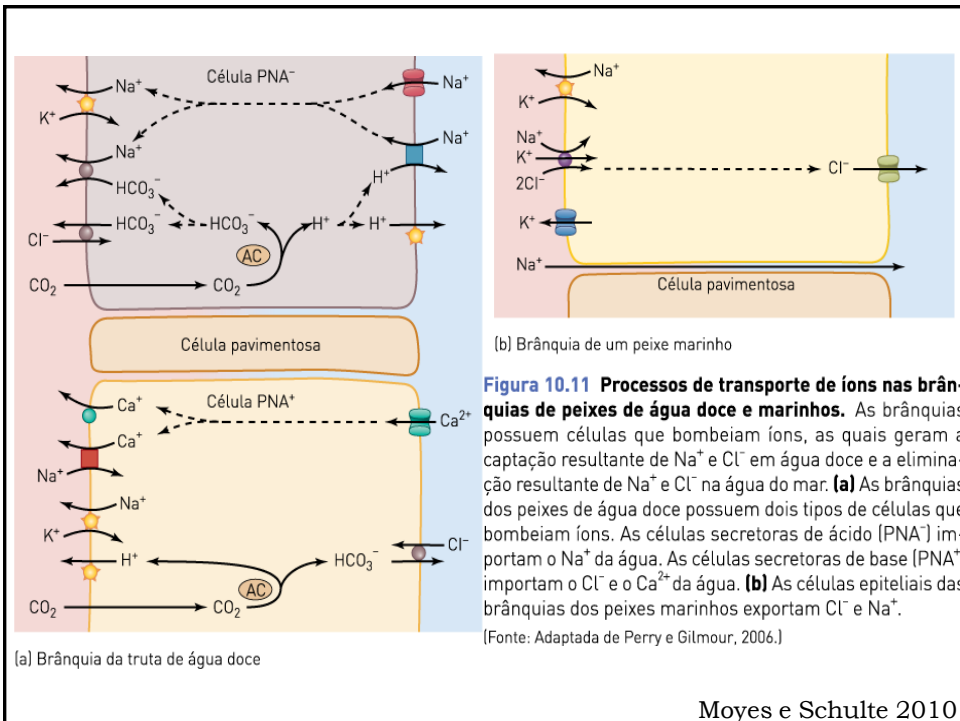
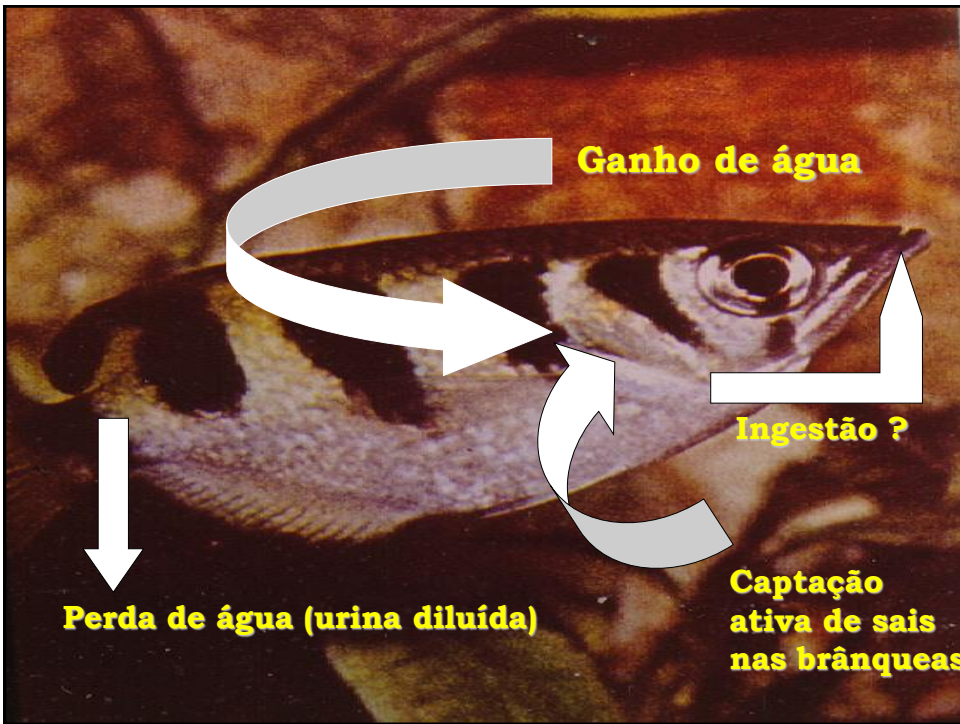
4) Teleósteos de água doce

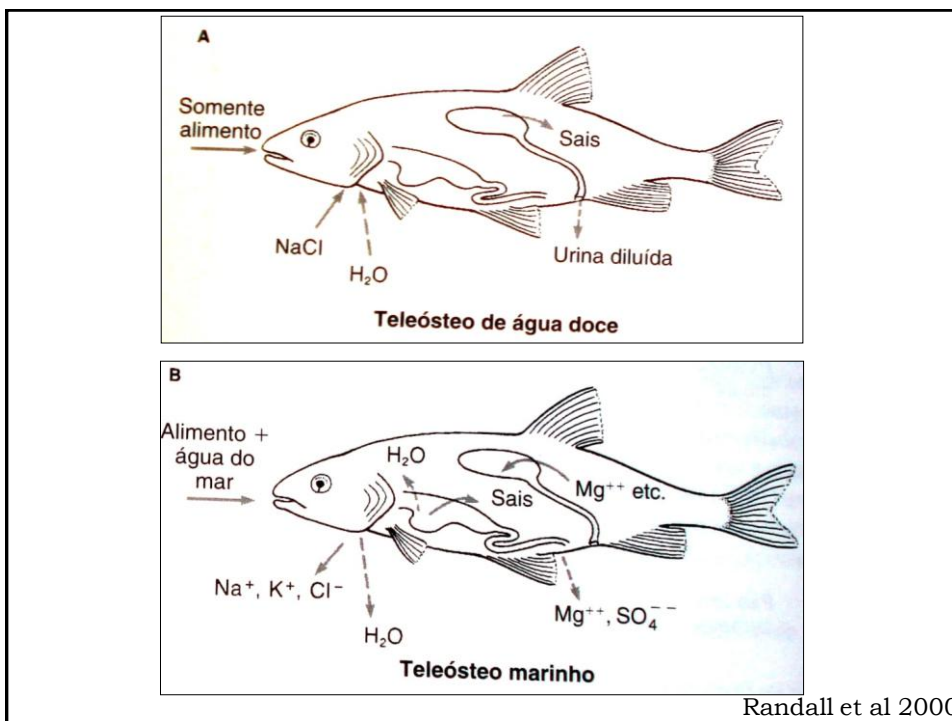


Hiperosomóticos



Ganham água





OSMOREGULAÇÃO EM VERTEBRADOS AQUÁTICOS (PEIXES)

4) Teleósteos Catádromos e Anádromos



Enguias = Catádromos

(adultos se reproduzem no mar e os juvenis voltam para os rios)

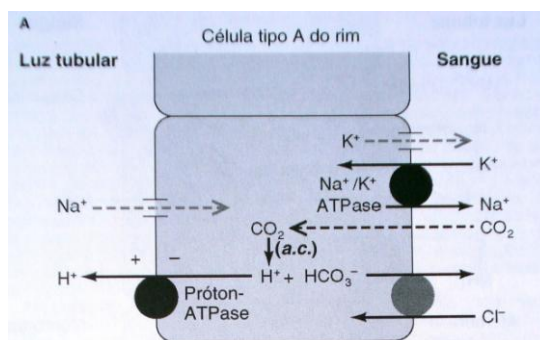
OSMOREGULAÇÃO EM VERTEBRADOS AQUÁTICOS (PEIXES)

4) Teleósteos Catádromos e Anádromos



Salmão = Anádromos

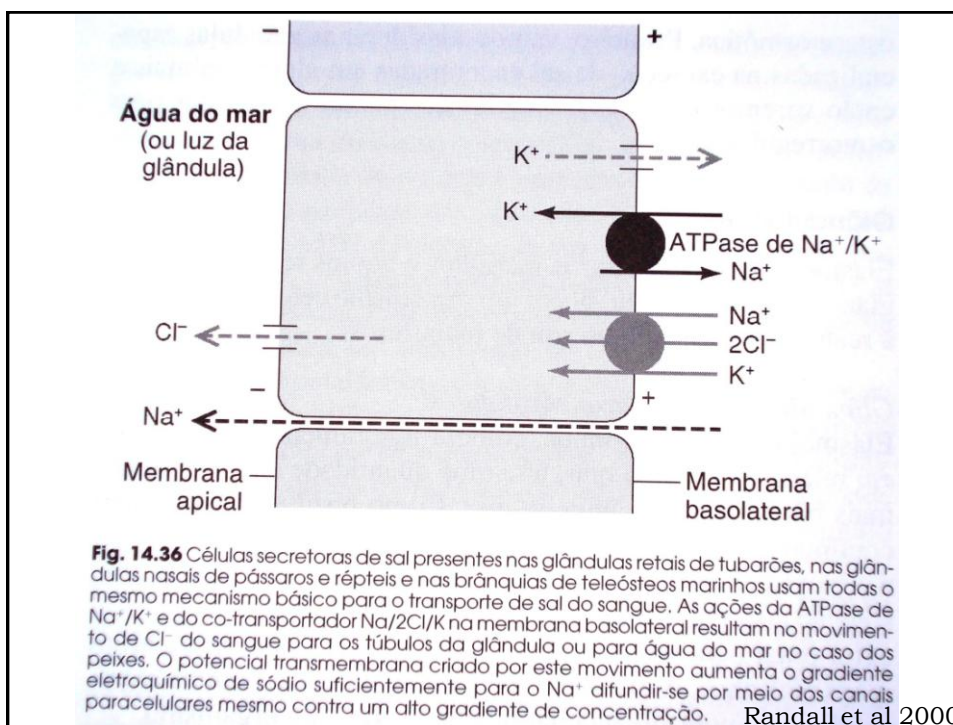
(os adultos se reproduzem na água doce e os juvenis migram para o mar)



○ Absorção de sal na água doce:

- ATPase de prótons nas cél. pavimentosas
- canais de Na⁺ na membrana apical
- ATPase de Na⁺/K⁺ na membrana basolateral
- células de cloreto para absorção de Ca⁺⁺

Randall et al 2000



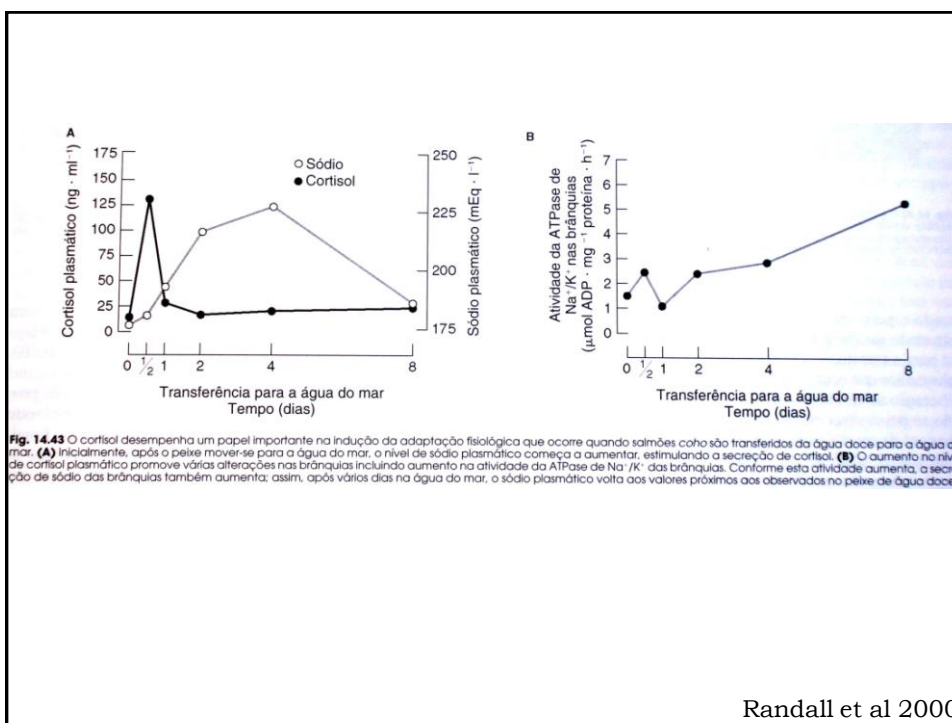
QUADRO 14.11

Adaptação fisiológica que acompanha o movimento do peixe para águas de diferentes salinidades




(A) Água doce → água do mar

1. ATPase de prótons que fornece energia para a absorção ativa de NaCl é desativada.
2. O influxo aumentado de Na^+ eleva o Na^+ plasmático, estimulando aumento dos níveis de cortisol e de hormônio de crescimento no plasma.
3. Hormônios induzem aumento no número das células de cloreto e elaboração de sua membrana basolateral, resultando em aumento das invaginações.
4. Como resultado, são aumentadas a atividade da ATPase de Na^+/K^+ e a secreção de NaCl .
5. Os níveis plasmáticos de Na^+ voltam ao normal.

Randall et al 2000



- (B) Água salgada → água doce
1. Diminuição de sódio externo fecha as fendas paracelulares entre as células de cloreto e as células acessórias, de modo que o efluxo de NaCl cai rapidamente.
 2. Os níveis de prolactina plasmática aumentam.
 3. O hormônio causa diminuição no número das células de cloreto e as foveolas apicais desaparecem.
 4. Como resultado, a atividade da ATPase de Na⁺/K⁺ diminui.
 5. Ativação da ATPase de prótons traz o peixe de volta para a condição de água doce.
- Randall et al 2000

Tipo do animal	Concentração sanguínea em relação ao meio	Concentração de urina em relação ao sangue	Mecanismos osmorreguladores
Elasmobrânquios marinhos	Isotônica	Isotônica	 Não bebe água do mar NaCl hipertônico pela glândula retal
Teleosteo marinho	Hipotônica	Isotônica	 Bebe água do mar Secreta sal pelas brânquias
Teleosteo de água doce	Hipertônica	Fortemente hipotônica	 Não bebe água Absorve sal com as brânquias

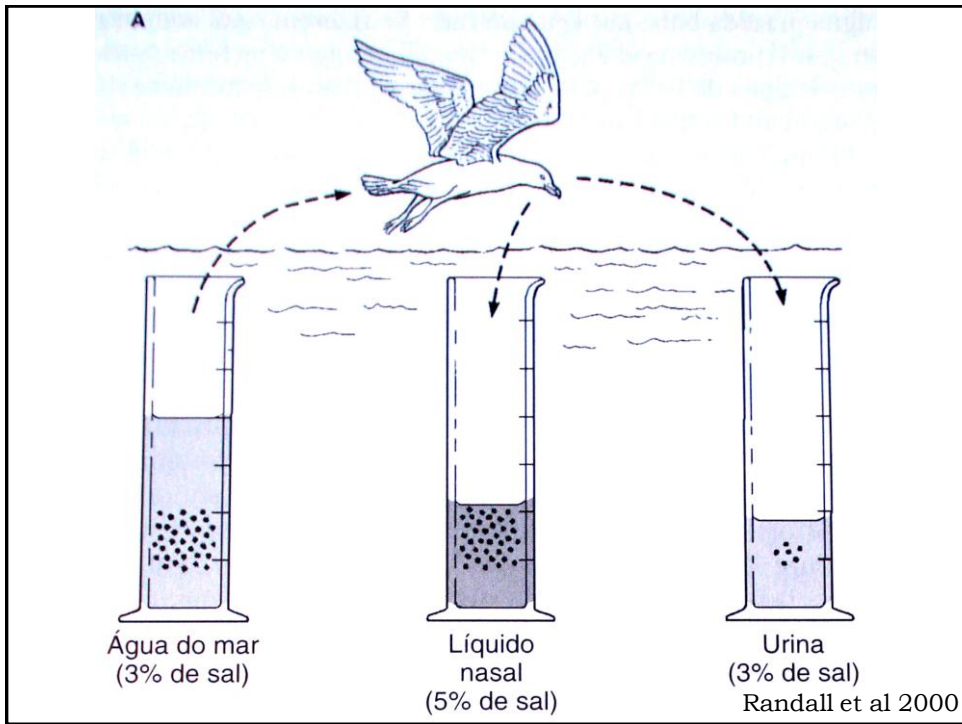
▪ Peixe marinho:

- osmo- e ionoconformador (Myxine)
- osmoconformador mas ionorregulador
- osmo- e ionorregulador

Randall et al 2000

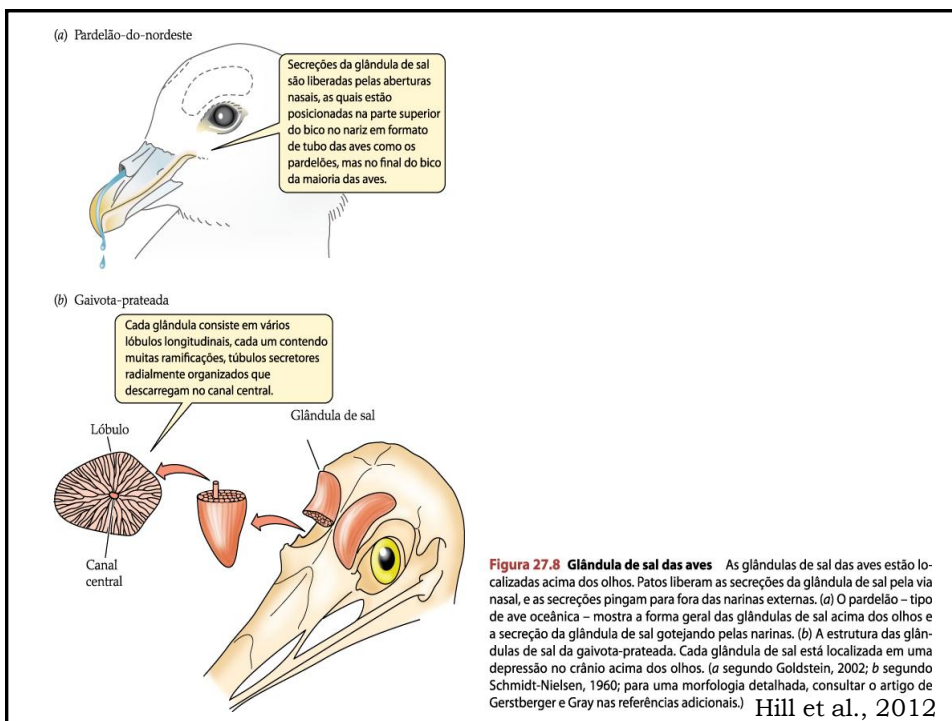
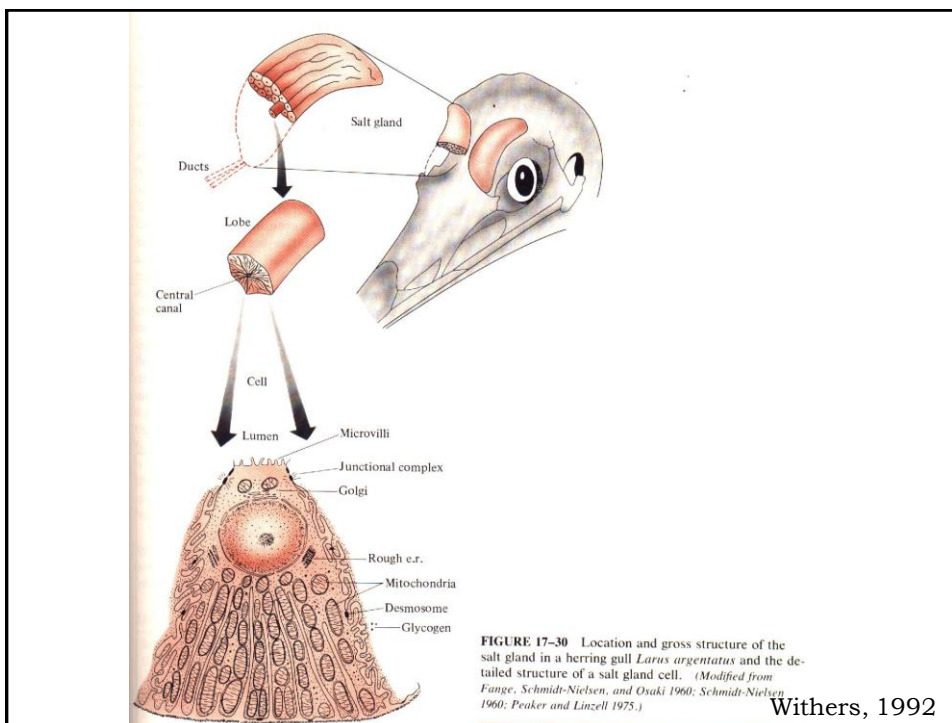
Animais que respiram ar

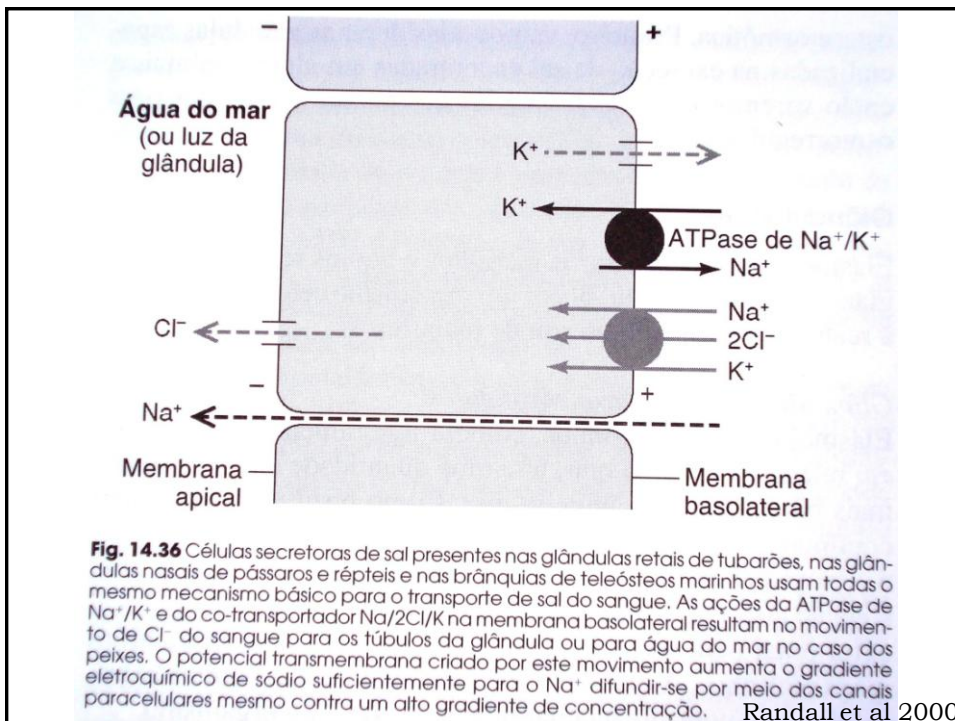
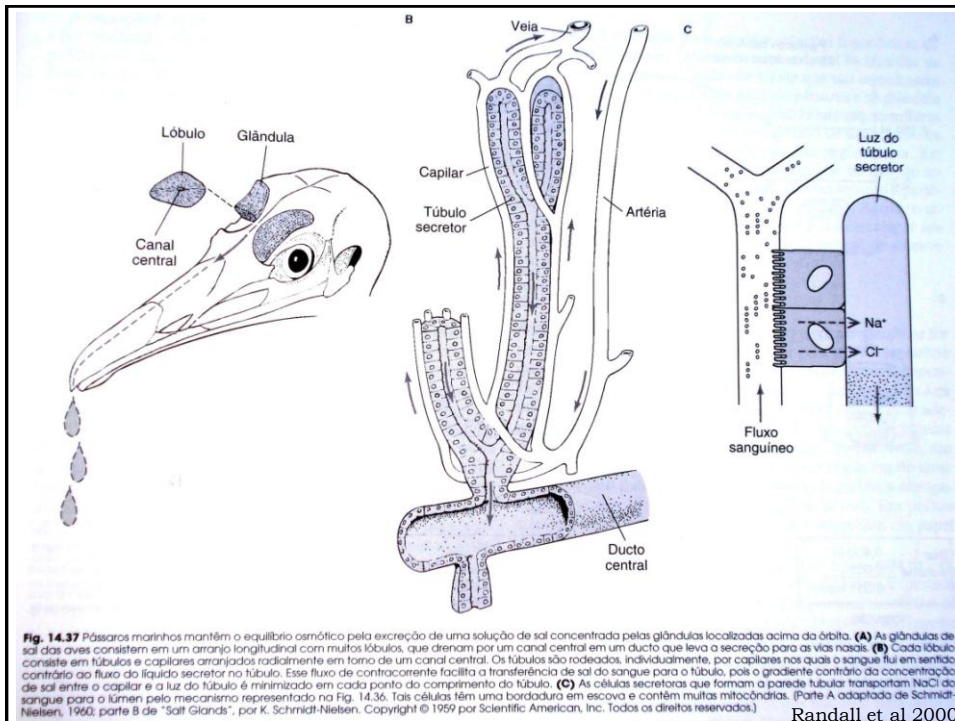
- seres humanos bebendo água do mar
==> Desidratação
- animais marinhos não-mamíferos que bebem água do mar
==> glândulas de sal

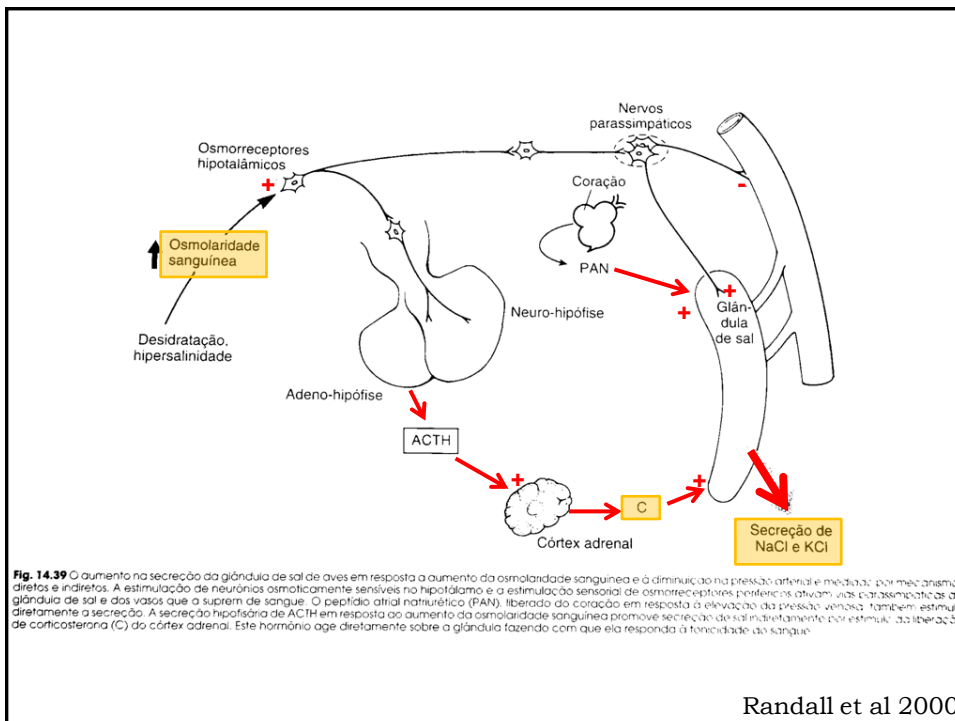
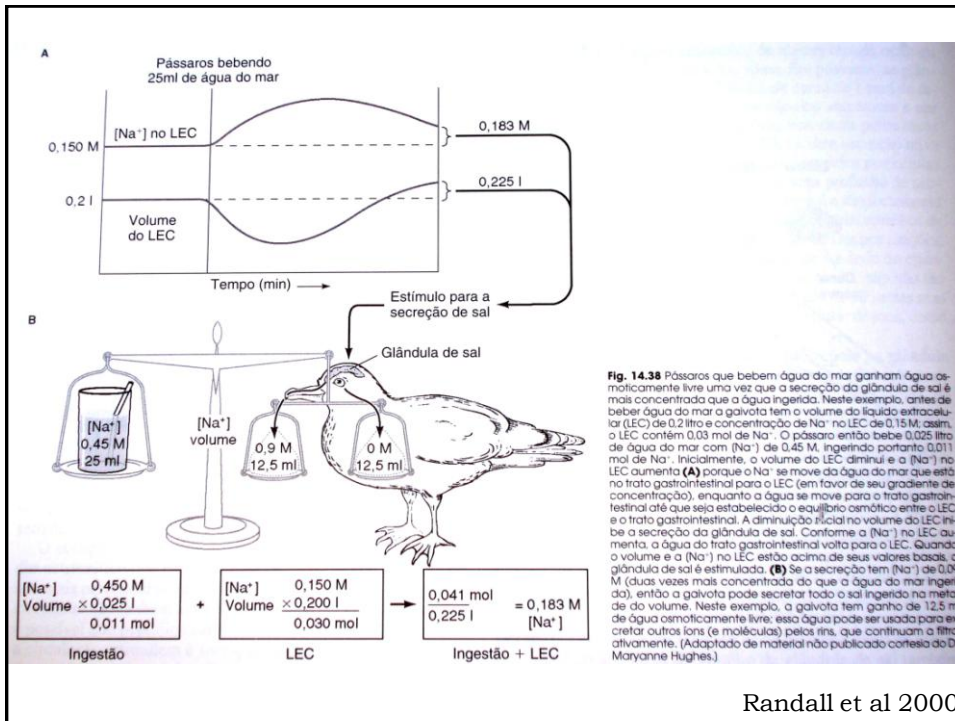


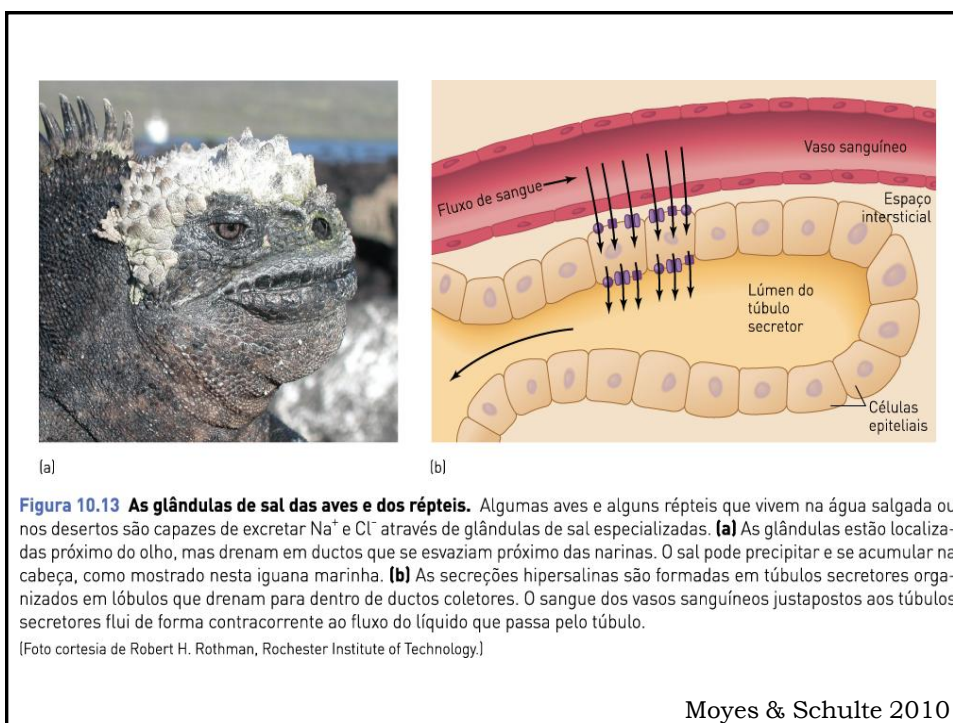
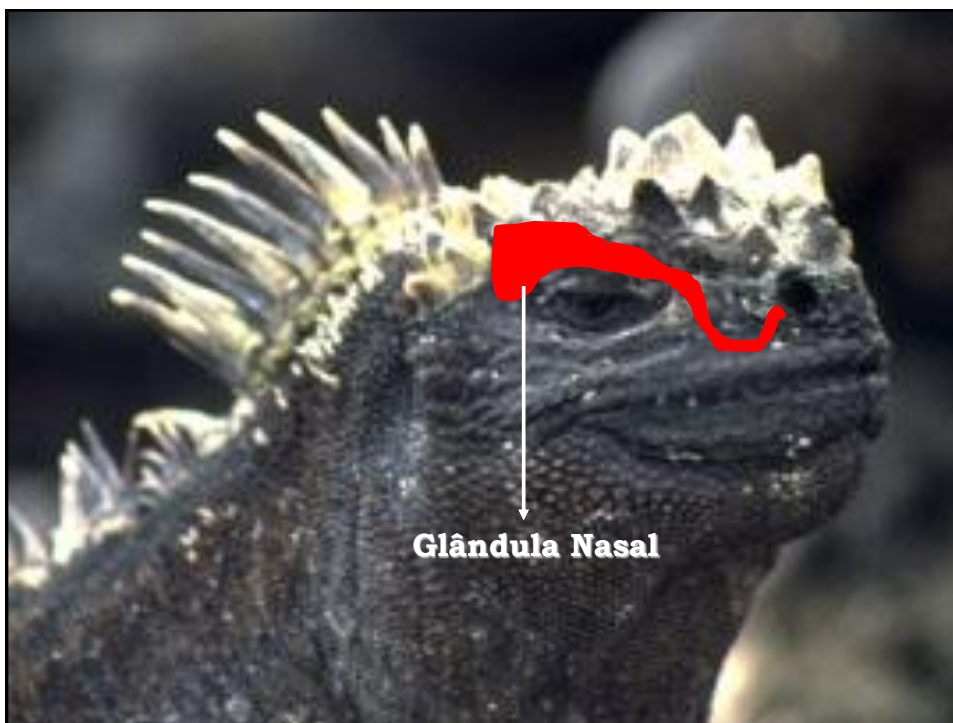
Glândula de Sal





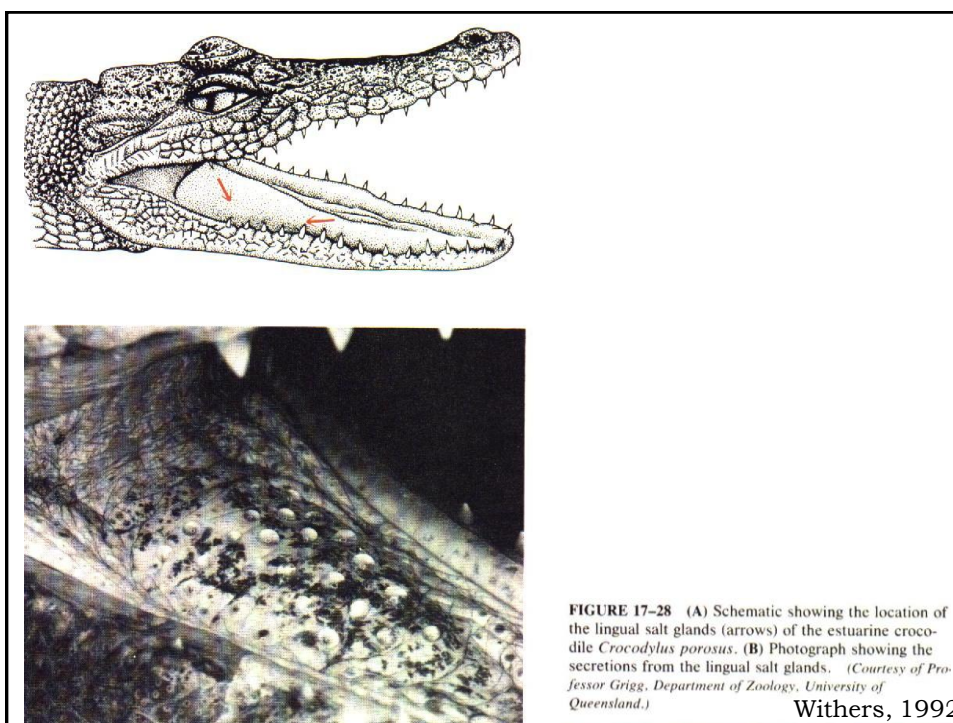










**TABLE 17-5**

Ion concentration (mM), ratio of Na⁺/K⁺ concentration, and flow rate for reptilian and avian salt glands. (Data from Minnich 1979; Skadhauge 1981.)

	Na ⁺ mM	K ⁺ mM	Na ⁺ /K ⁺	Flow rate μl kg ⁻¹ hr ⁻¹
Reptiles				
Ctenosaur lizard	67	537	0.12	2.2
Chuckwalla	121	378	0.32	2.7
Sea snake (<i>Hydrophis</i>)	509	20	25	5.5
Sea snake (<i>Pelamis</i>)	620	28	22	35.2
Varanid lizard	654	54	12	5.2
Emydid terrapin	682	32	21	2.5
Sea turtle	685	21	33	19
Sea snake (<i>Laticauda</i>)	686	57	12	4.9
<i>Conolophus</i> lizard	692	214	3.2	2.3
Sea snake (<i>Aipysurus</i>)	798	28	29	20.6
Desert iguana	1032	640	1.6	0.18
Marine iguana	1434	235	6.1	7.5
Birds				
Brolga	263	8	33	47
Goose	430	12	36	71
Cormorant	529	12	44	73
Swan	656	19	35	130
Pelican	698	13	54	106
Gull	727	36	20	28
Penguin	800	29	54	57
Savannah hawk	1010	16	63	100

Withers, 1992