

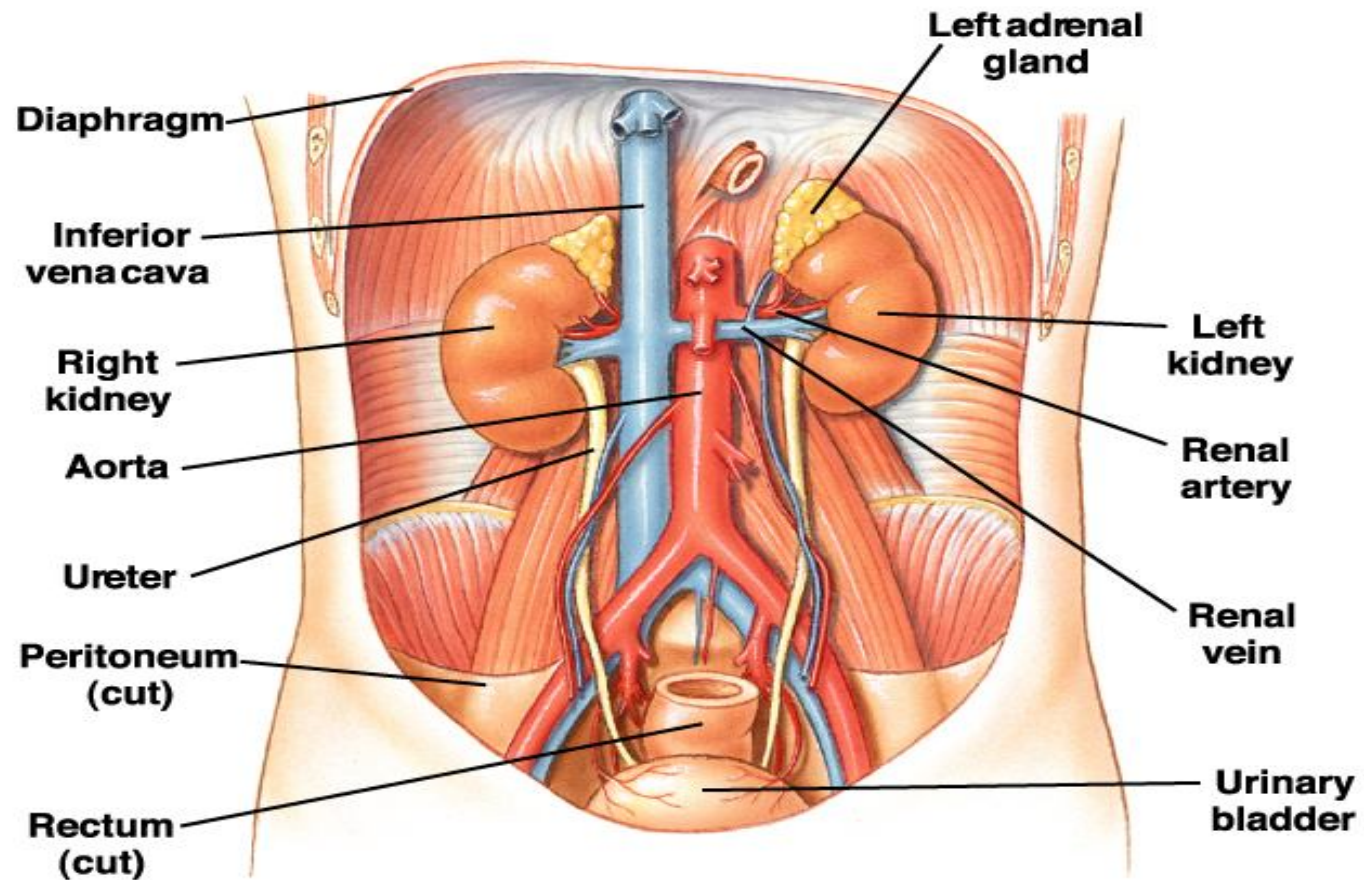
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
DEPARTAMENTO DE FISILOGIA E
FARMACOLOGIA

Fisiologia Renal

Thaylise Vey Parodi

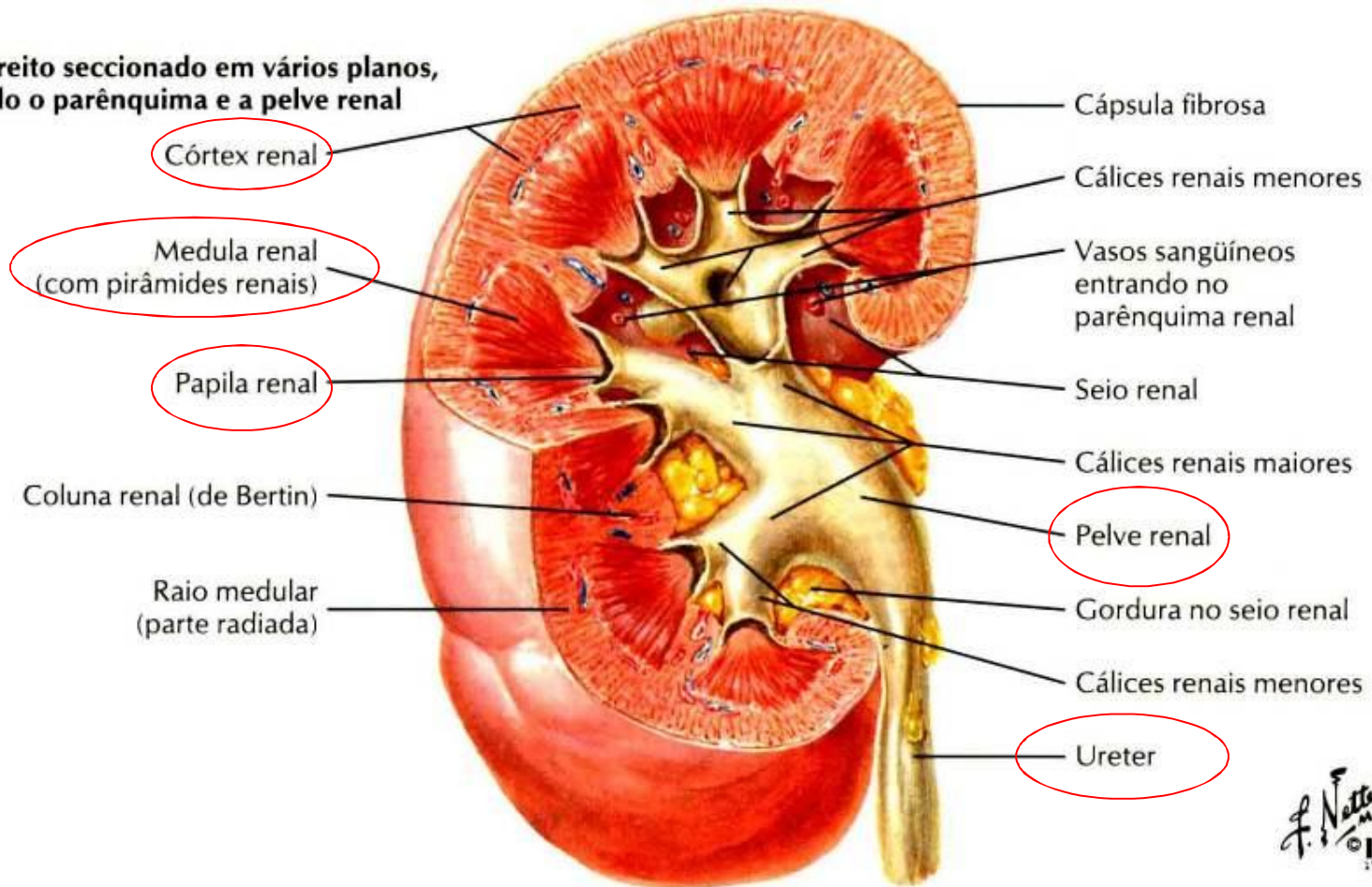
Localização:

The kidneys are located retroperitoneally at the level of the lower ribs.

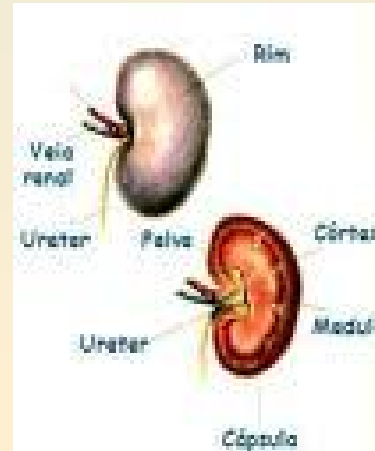


Rim

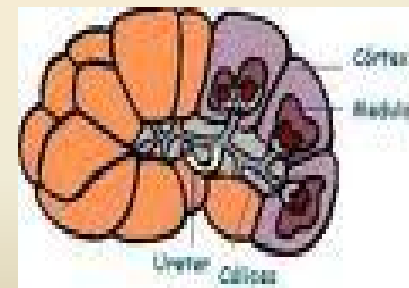
B. Rim direito seccionado em vários planos, expondo o parênquima e a pelve renal



Rins unilobulares/unipiramidais - gato, cachorro, cavalo e pequenos ruminantes



Rins multilobulares/multipiramidais - suínos e grandes ruminantes



Manutenção do meio interno pelo rim

Regulação do volume de água do organismo:

Filtração diária de 180 L do plasma, eliminação de 1 a 2 L de urina

Controle do balanço eletrolítico: íons

Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , Ca^{2+} , HPO_4^{2-}

Regulação do equilíbrio ácido-base:

excreção de radicais ácidos e conservar bases.

Excreção de resíduos metabólicos:

uréia, creatinina, ácido úrico

Regulação da hemodinâmica renal e sistêmica:

ação hipertensor e hipotensor.

Participação na formação dos glóbulos vermelhos:

produção de eritropoetina

Participação na regulação do metabolismo ósseo de cálcio e fósforo:

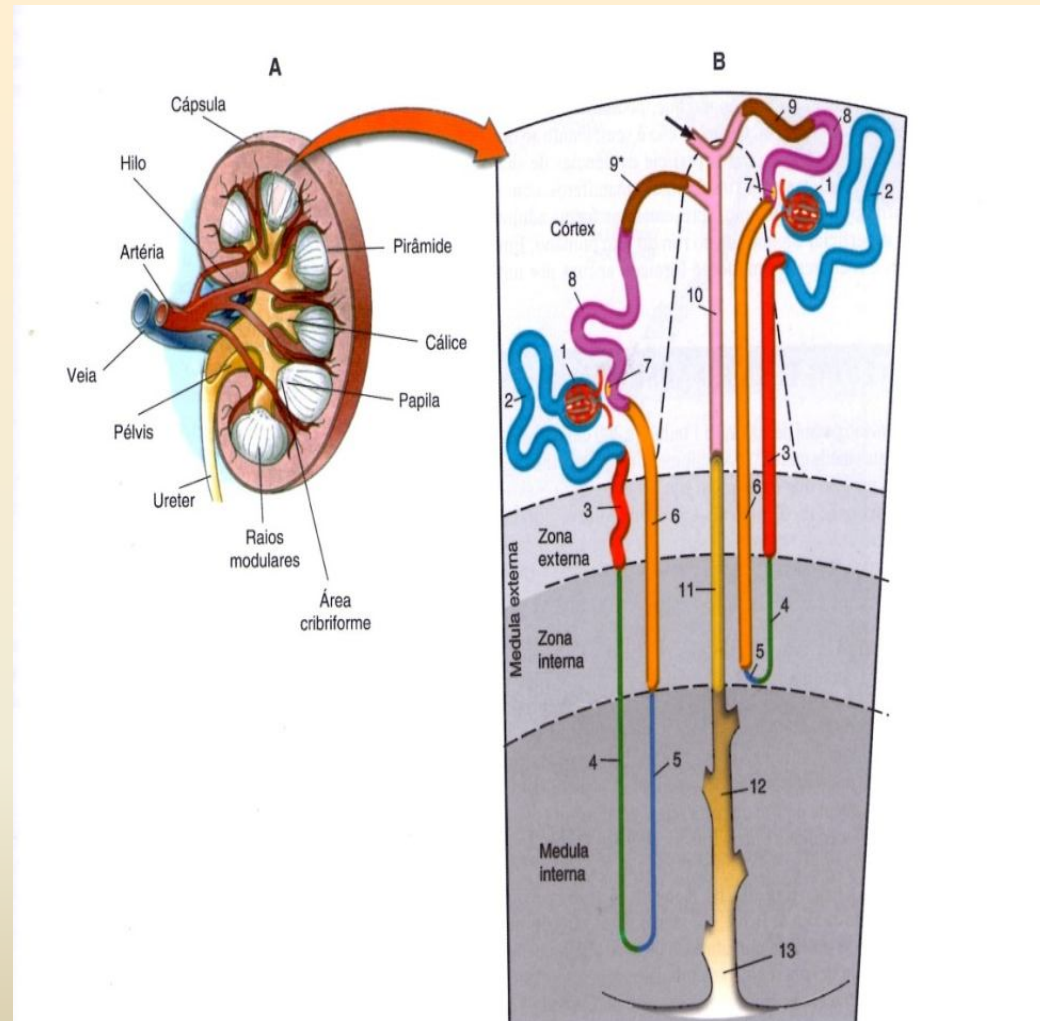
metabolismo da vitamina D.

Unidade funcional

- **Néfron**

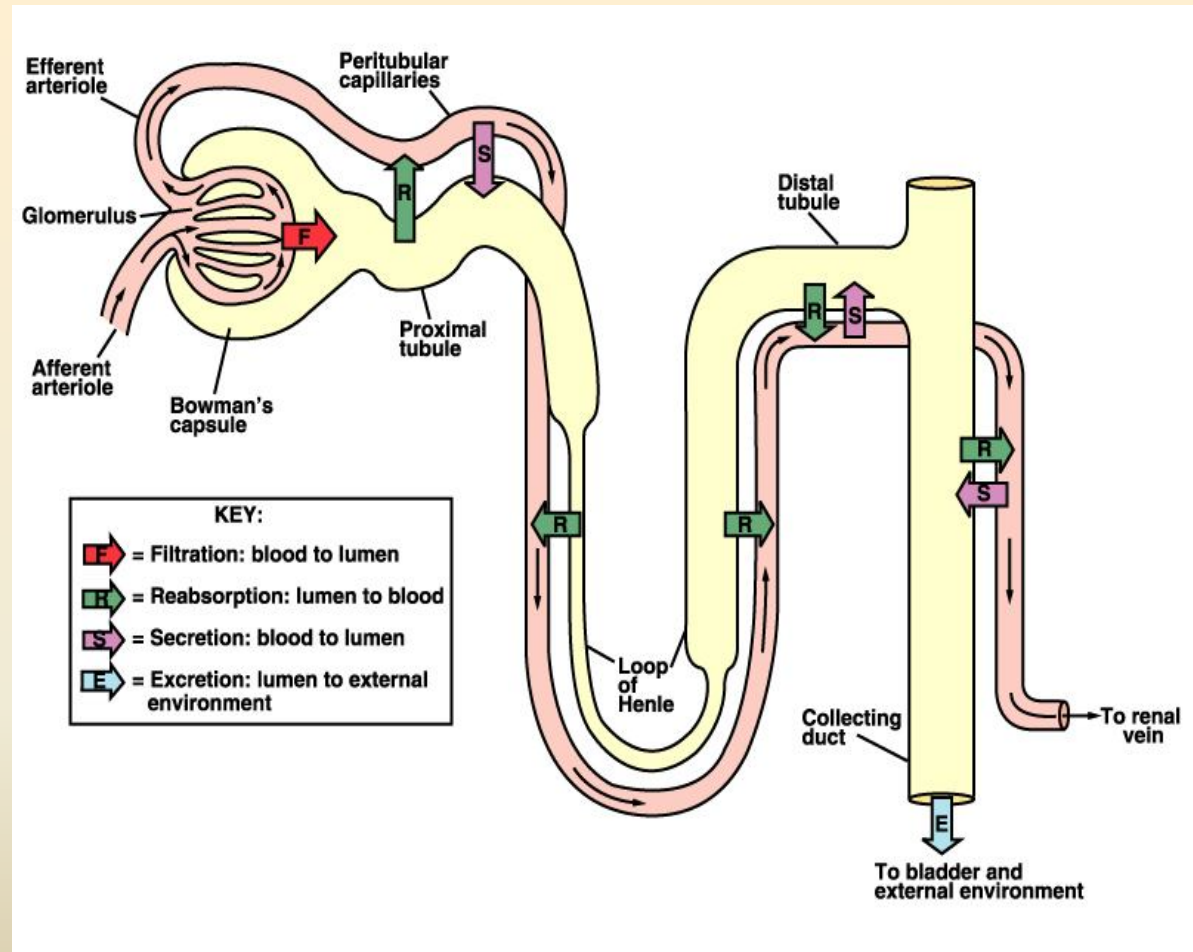
Estruturas Principais:

- Corpúsculo renal
- Tubulos renais (proximal, distal, coletor)



Funções do néfron

- Filtração;
- Reabsorção;
- Secreção.



Néfron

Gato: 190.000/rim

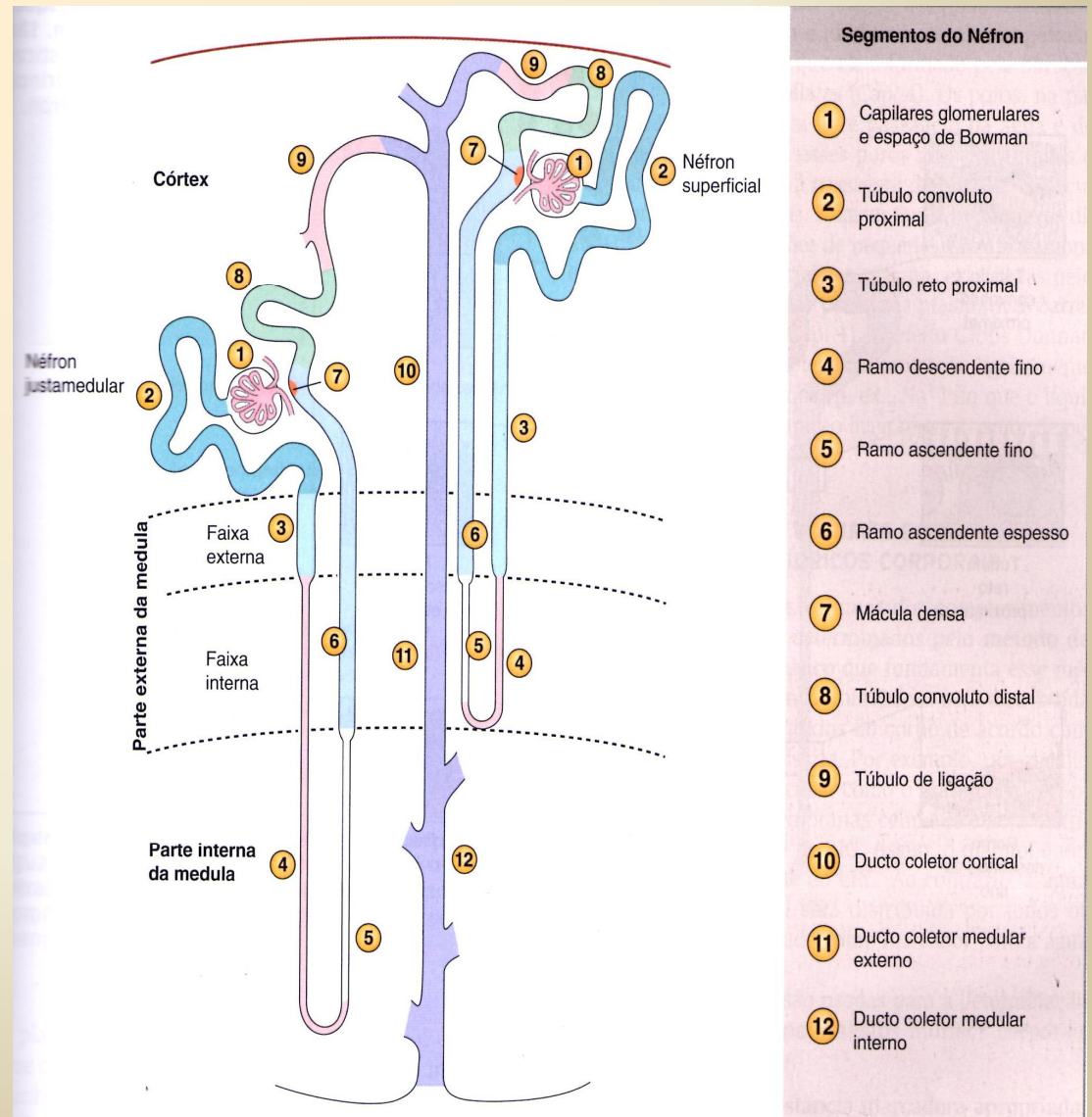
Suínos:

1.250.000/rim

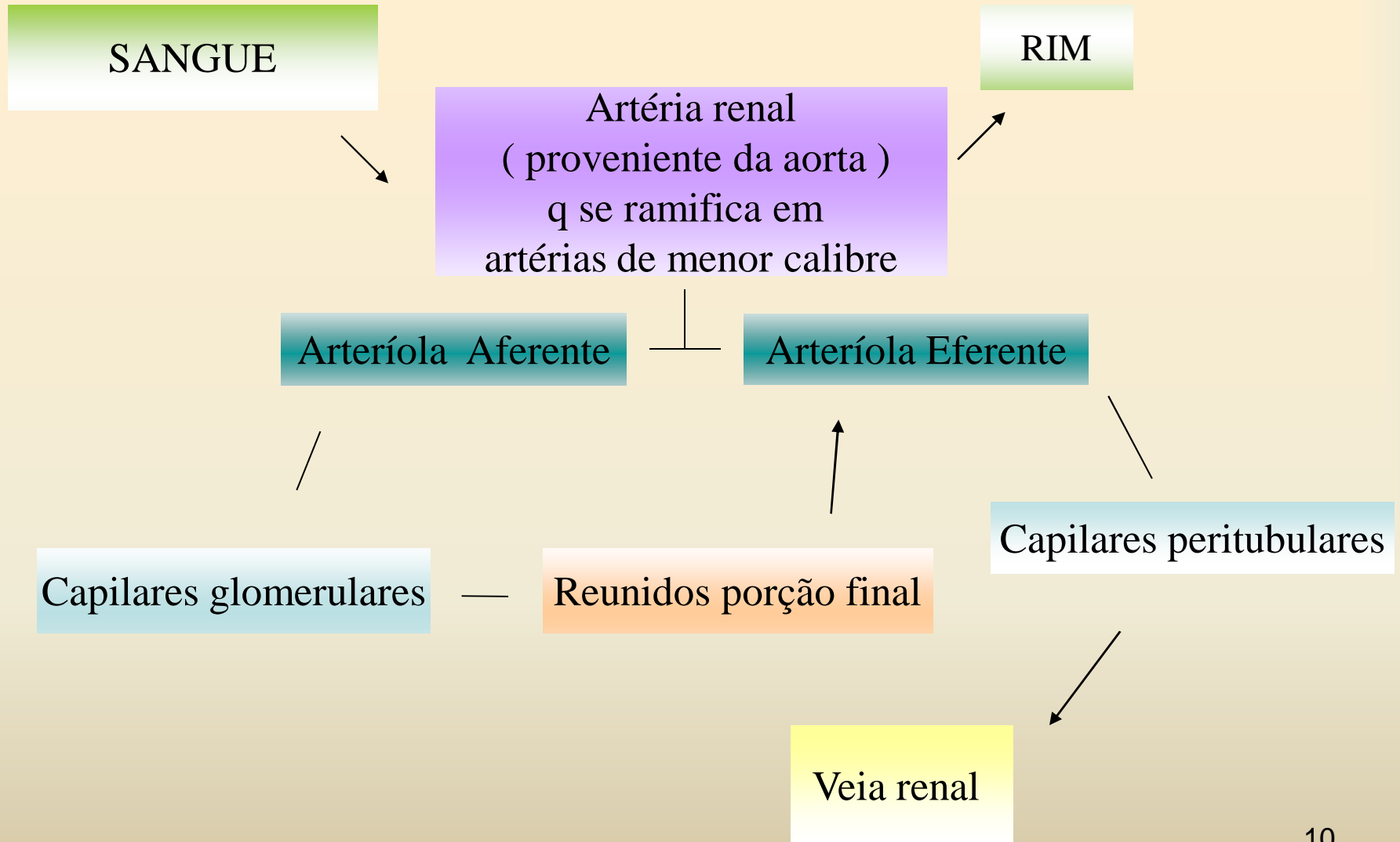
Cão: 400.000 a
415.000/rim

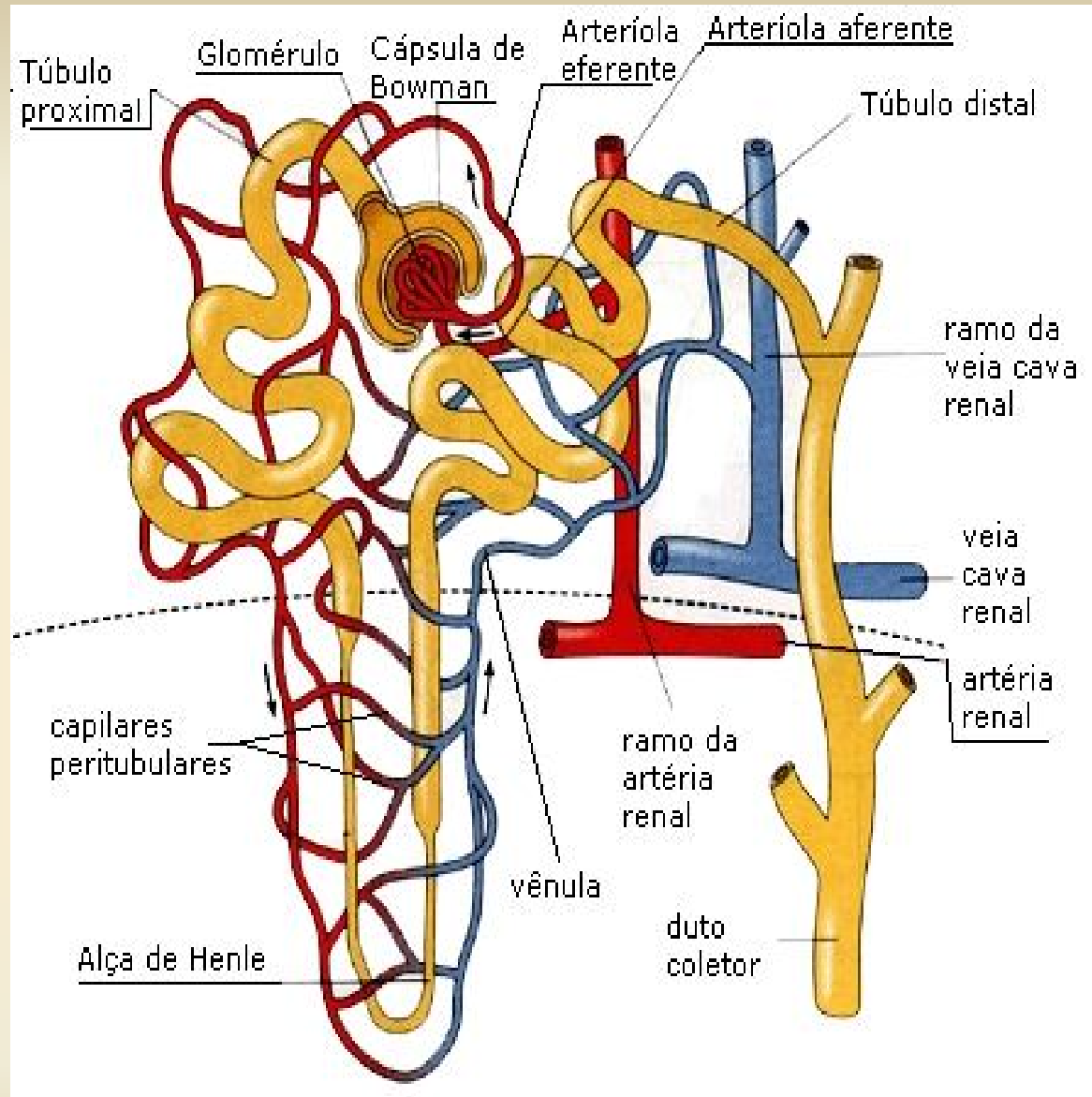
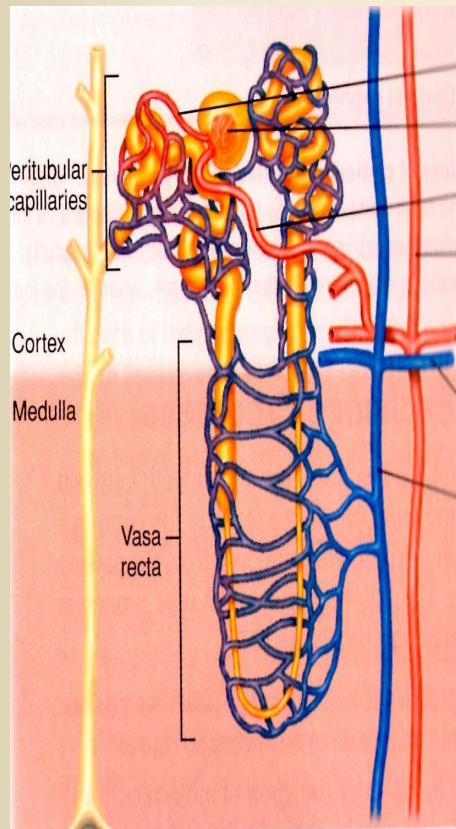
Bovinos:

4.000.000/rim



Vascularização renal





Inervação Renal

-Inervação simpática;

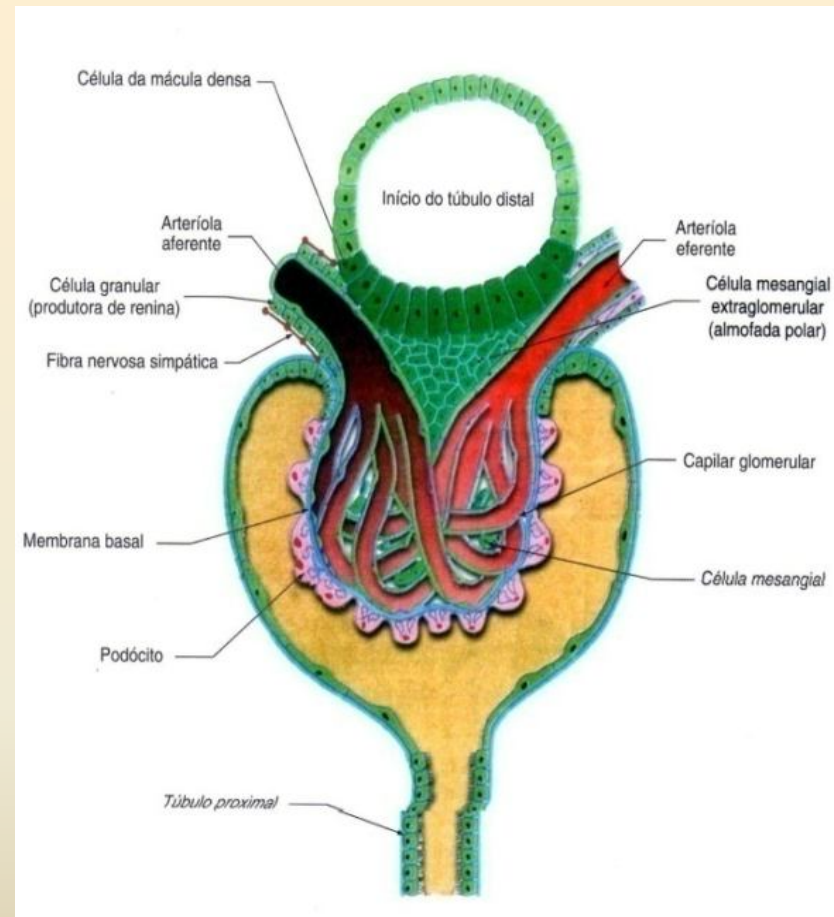
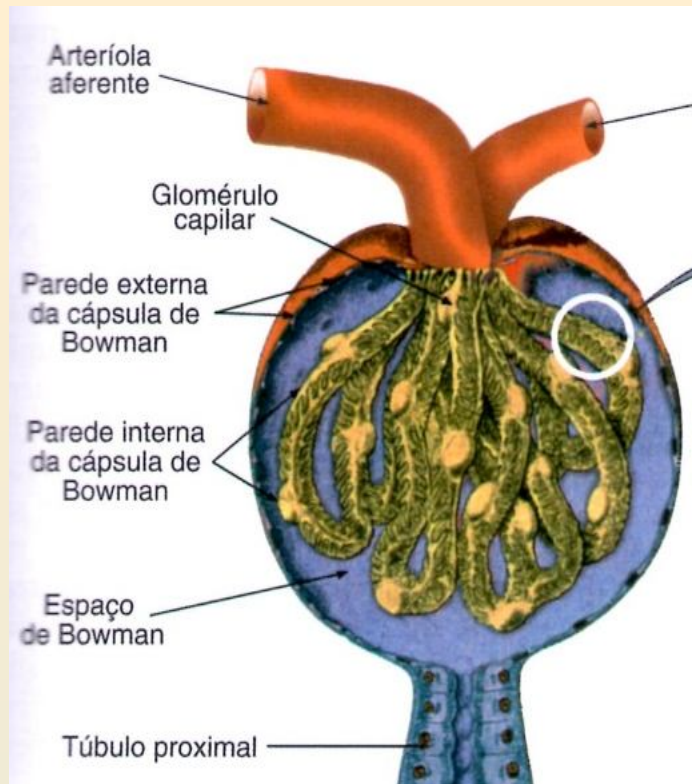
- Ativação libera norepinefrina

Vasoconstrição

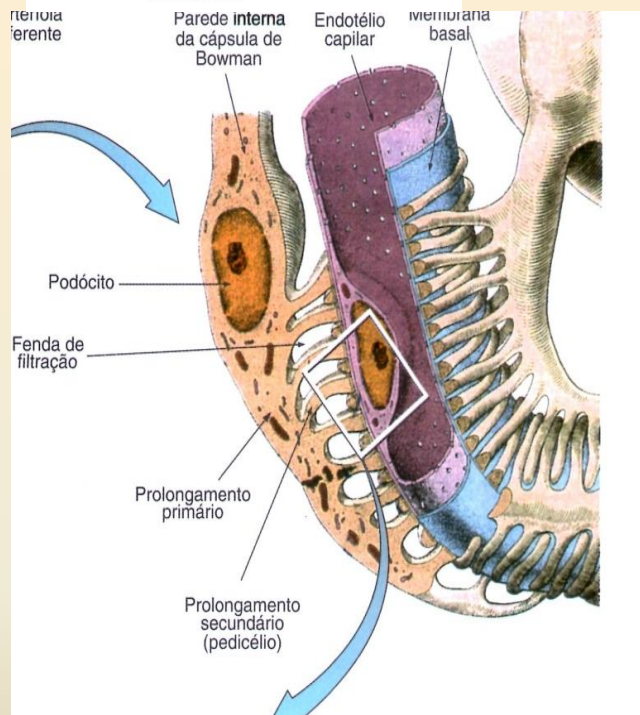
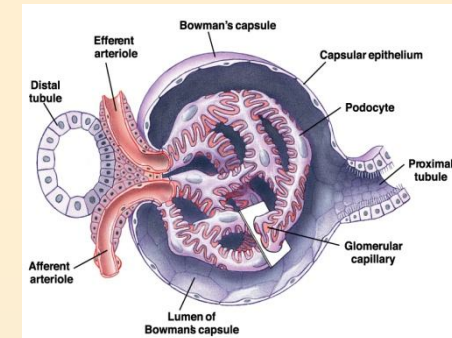
Reabsorção
tubular de sódio

Estimulação secreção de
renina

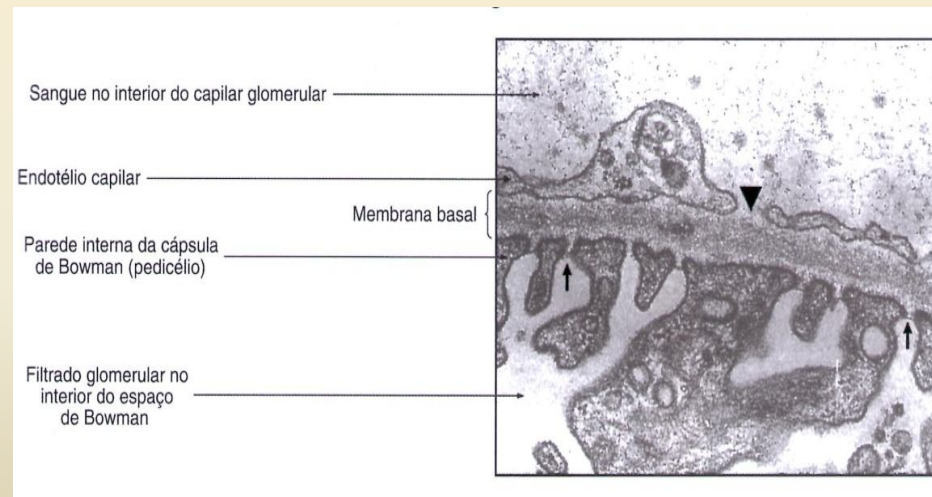
Corpúsculo Renal – glomérulo capilar e cápsula de Bowman



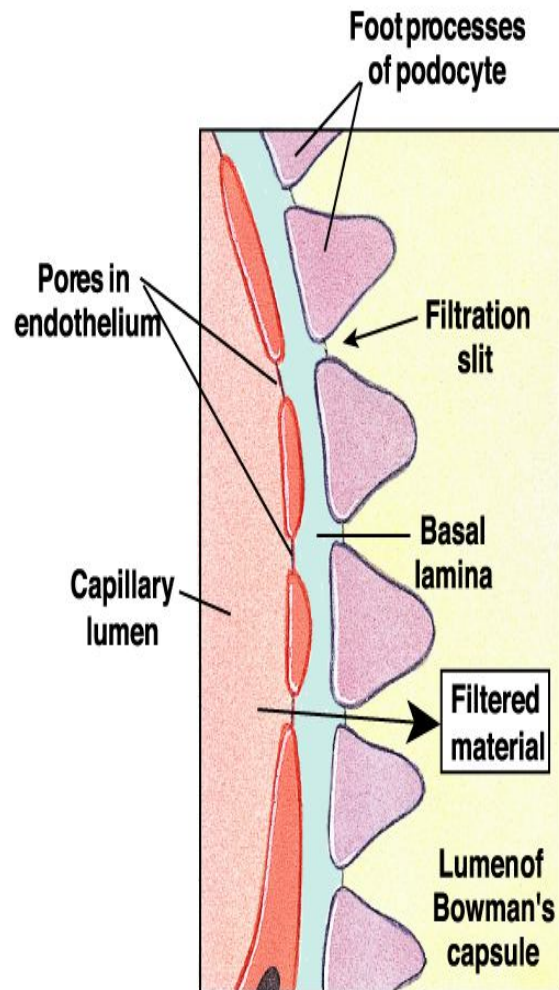
Corpúsculo Renal



- Endotélio capilar;
- Membrana basal;
- Podócitos (células epiteliais)



Filtração Glomerular



Forças que produzem a filtração:

- Pressão oncótica;
- Pressão hidrostática;

- Equação de Starling

$$FG = K_f [(P_{CG} - P_{EB}) - \pi_{CG}]$$

Onde,

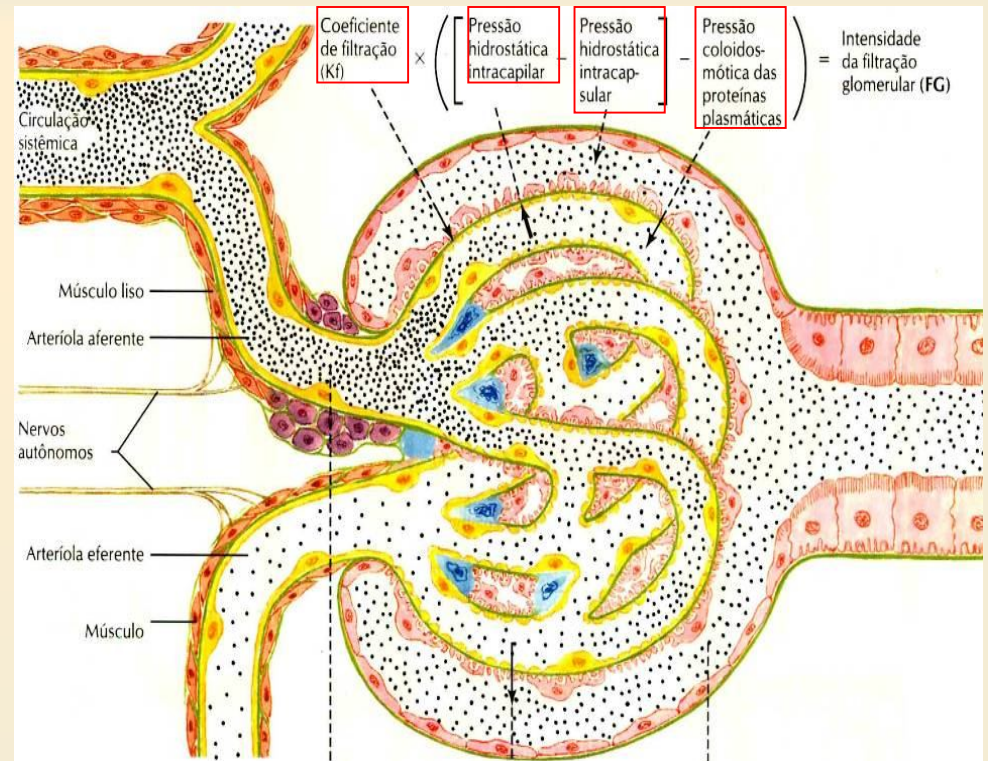
FG = filtração glomerular

K_f = coeficiente de filtração (produto da área de membrana capilar pela permeabilidade a água)

P_{CG} = pressão hidrostática no capilar glomerular (+60 mmHg)

P_{EB} = pressão hidrostática no espaço de Bowman (-18 mmHg)

π_{CG} = pressão oncótica no capilar glomerular (-32 mmHg)



Fluxo sanguíneo renal (FSR)

- Eficácia do rim como órgão regulador depende da intensidade do aporte sanguíneo;
- FSR é indiretamente proporcional ao gradiente de pressão entre a artéria e a veia renal;
- FSR é inversamente proporcional a resistência dos vasos renais (arteríolas).

Alterações no fluxo plasmático renal (FPR) e taxa de filtração glomerular (TFG)

Efeito	FPR	TFG	fração de filtração (TFG/FPR)
Constricção arteríola aferente	↓	↓	↓
Const. arteríola eferente	↓	↑	↑
[] aumentada de pr. plasm.	NA	↓	↓
[] diminuída de pr. plasm.	NA	↑	↑
Constricção do ureter	NA	↓	↓

Auto regulação FSR

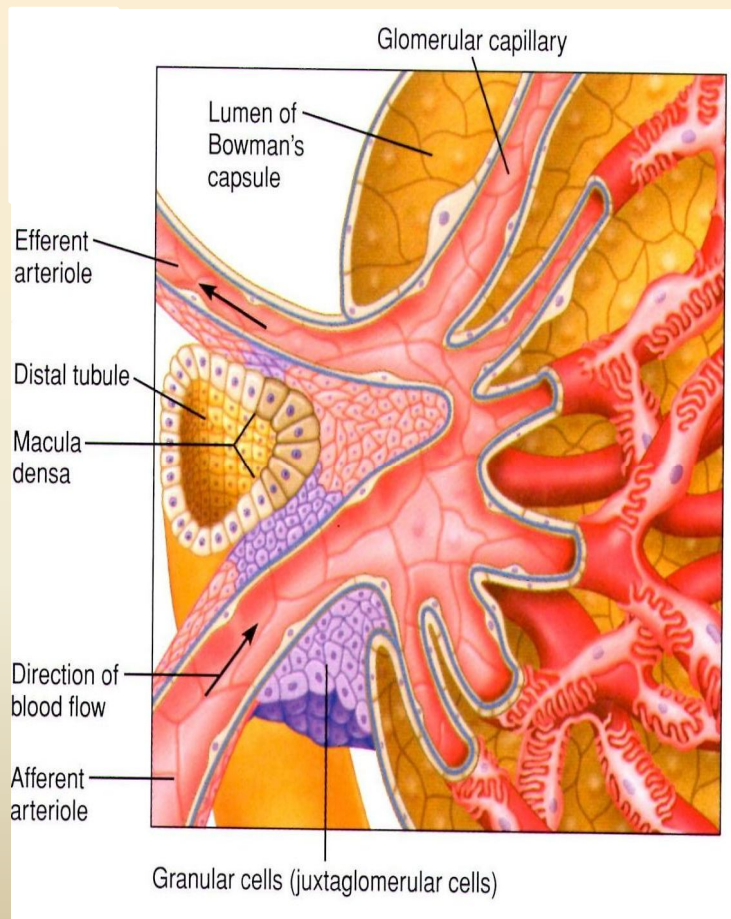
Miogênico



- O aumento da pressão arterial abre canais iônicos sensíveis ao estiramento na arteríola aferente, causando:
 - *vasoconstrição*
 - *redução do fluxo sanguíneo*
 - *redução da pressão capsular*

Auto regulação

Balanço Justaglomerular



- As células da mácula densa (localizadas no complexo justaglomerular) são sensíveis ao fluxo tubular e segregam substâncias vasoconstritoras ou vasodilatadoras que atuam na arteríola aferente.

1.Regulação FSR

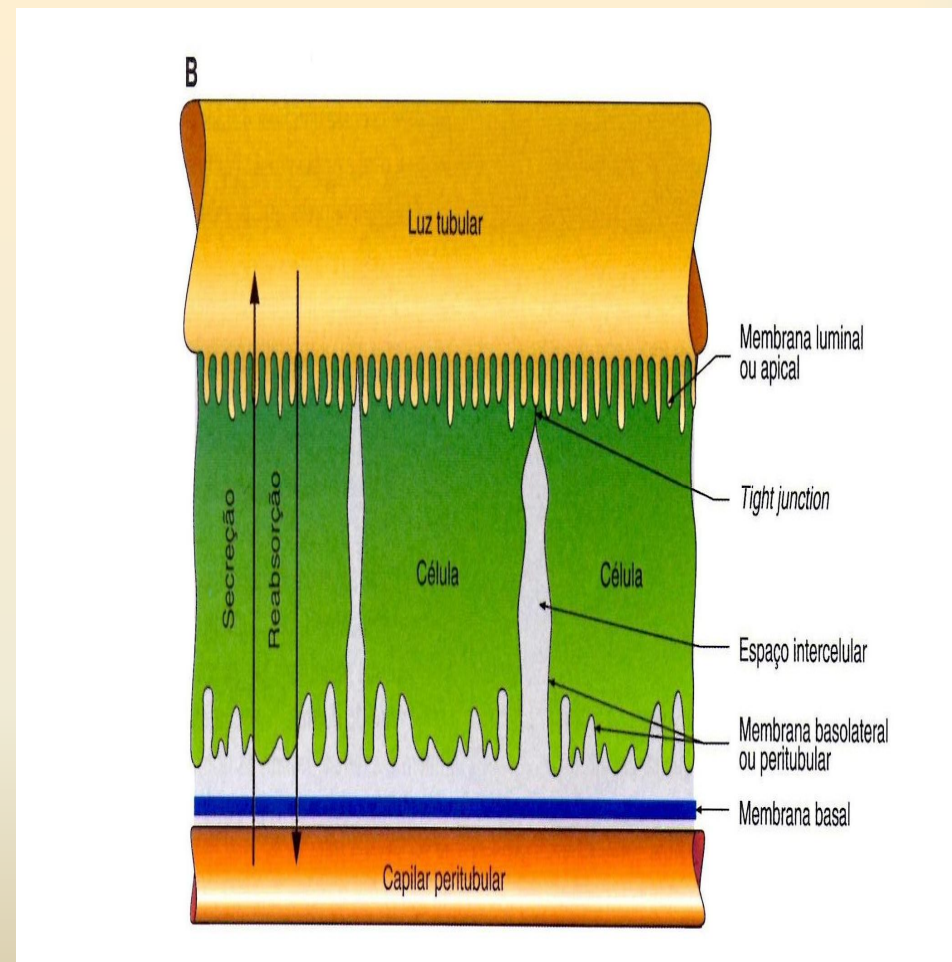
- Sistema nervoso simpático e catecolaminas circulantes – vasoconstrição;
- Angiotensina II e hormônio antidiurético (ADH)- vasoconstrição;
- Endotelina – vasoconstrição;
- Prostaglandinas, óxido nítrico, bradicinina, dopamina – vasodilatadores;

Mecanismos de transporte celular

- **Difusão passiva:** transporte de um lado a outro da célula sem gasto de energia;
- **Difusão facilitada:** transporte ligado a um carreador ou co-transportador sem gasto de energia - meio de maior concentração para o meio de menor concentração;
- **Transporte ativo:** transporte com gasto de energia - meio menos concentrado para um mais concentrado.

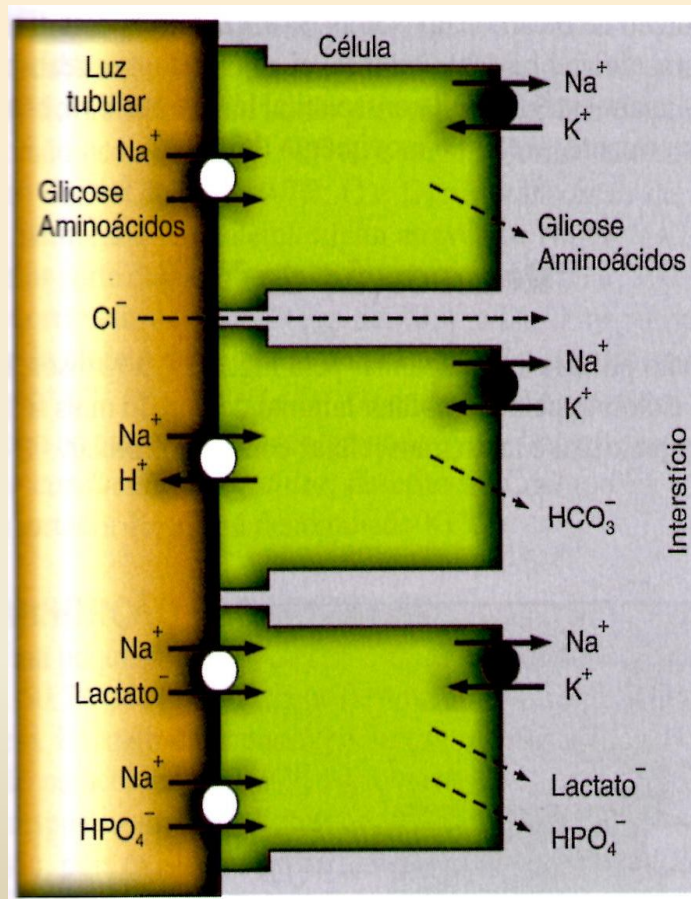
Túbulo proximal

- Responsável pela reabsorção;
- Alta capacidade de transporte e baixo gradiente de concentração;



Reabsorção

Túbulo Proximal



Quadro 50.1 Principais solutos reabsorvidos no túbulo proximal inicial, através de um sistema de transporte dependente do gradiente de sódio na membrana luminal

Açúcares-D-glicose e D-galactose

Mioinositol

Aminoácidos:

Neutros: L-alanina, L-fenilalanina e L-glutamina

Ácidos: L-glutamato e L-aspartato

Básicos: L-arginina e L-ornitina

Iminoácidos:

L-prolina

β -aminoácidos: β -alanina, taurina

Cistina

Glicina

Íons: fosfato, sulfato e hidrogênio

Metabólitos orgânicos:

L-lactato

Corpos cetônicos: acetoacetato e β -hidroxibutirato

Intermediários do ciclo tricarboxílico

Succinato

α -cetogluturato

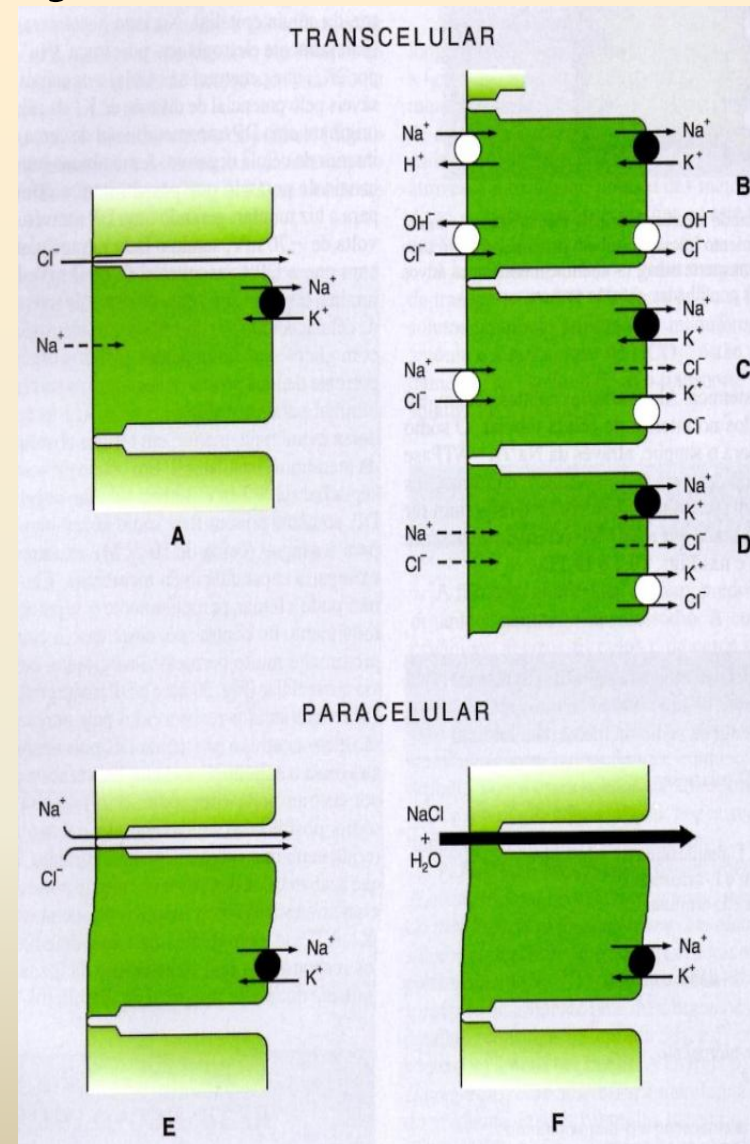
Citrato

Reabsorção

- Sistemas de transporte

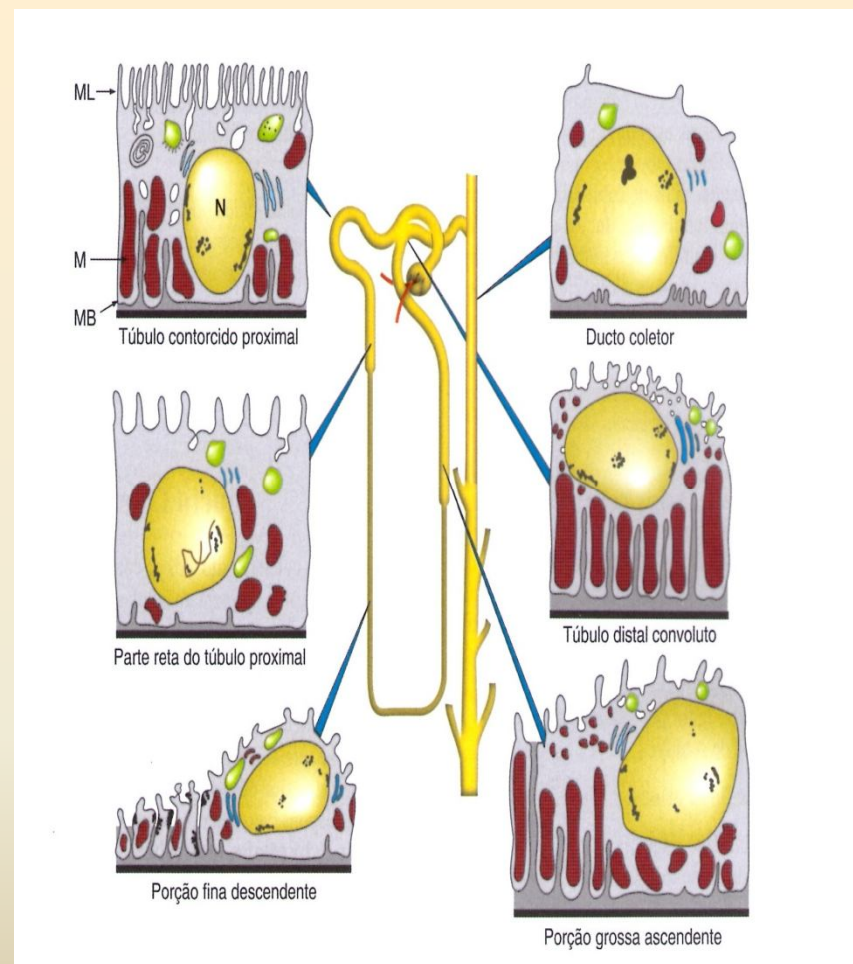
Transcelular – através das células

Paracelular – entre as células



Alça de Henle

- Ramo descendente fino: altamente permeável a água
- Ramo ascendente fino e grosso: baixa permeabilidade a água



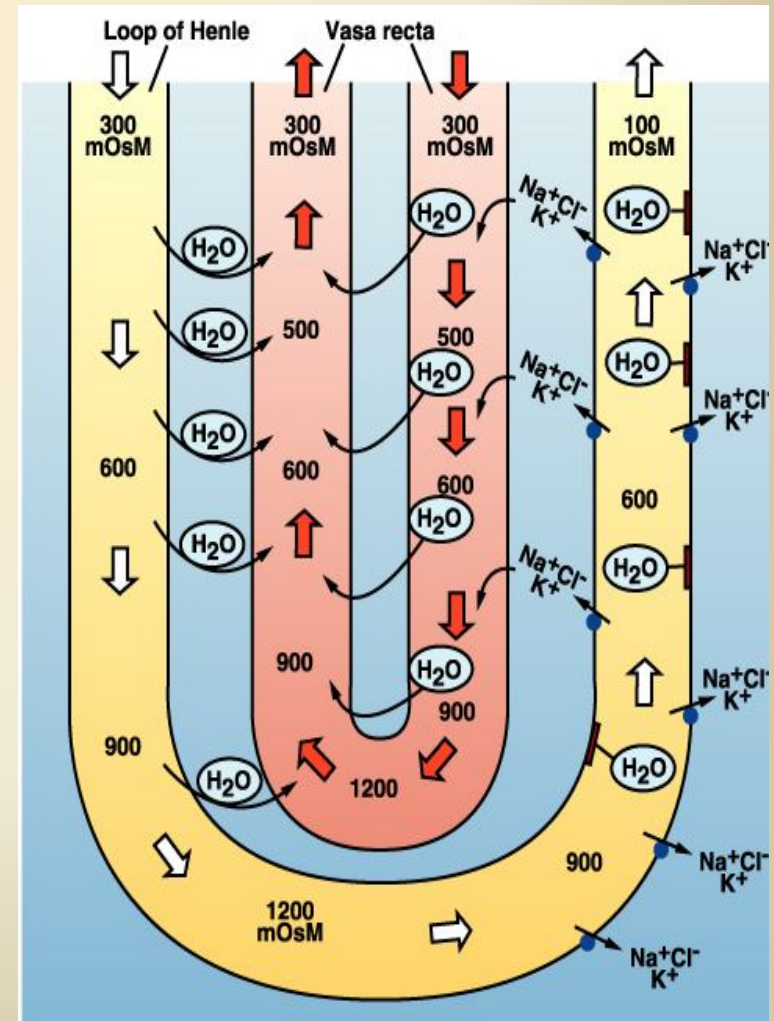
Reabsorção – Alça de Henle

O fluido tubular ao passar pelo ramo descendente vai se concentrando em direção à curva da alça e ao atingir a porção ascendente vai sendo diluído até hipotonicidade



túbulo distal

Mecanismo de contracorrente



Concentração osmótica

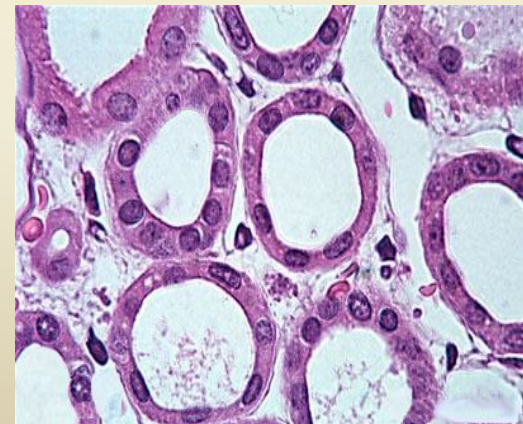
- Humanos, bovinos, suínos: poucas alças longas (1/3 a 1/5 do total);
 - Cães, gatos, coelhos, ovelhas e cabras: muitas alças longas;
 - Rato canguru: urina com osmolaridade até 6000-8000 mOsm/kg
 - Castor: só néfrons com alças curtas → não concentra sua urina
 - Aves: alguns néfrons têm alça de Henle e outros não
- Aves marinhas: glândula de sal



De modo geral, quanto mais comprida a alça de Henle, maior a habilidade de concentrar urina

Túbulo distal

- Células cúbicas;
- Poucas microvilosidades;
- Reabsorção de NaCl, bicarbonato e cálcio;
- Secreta H^+ , amônia;



Ducto coletor

Dois tipos celulares:

-Células principais ou claras: reabsorção de sódio e secreção de potássio.

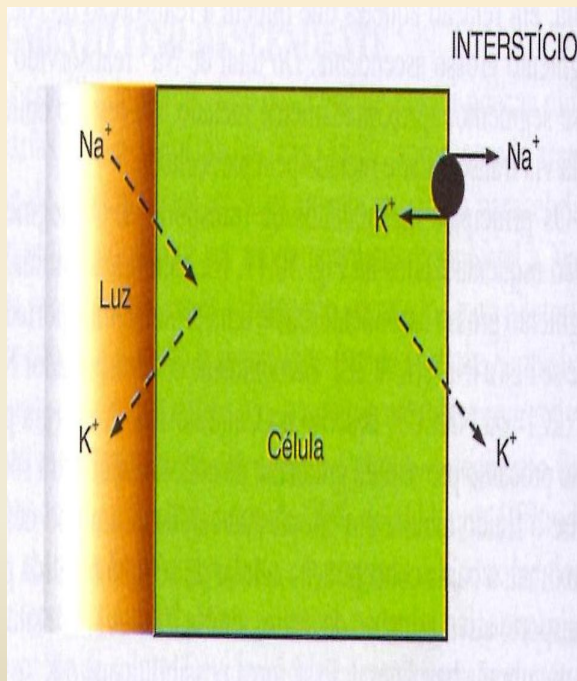
-Células intercalares ou escuras: ricas em anidrase carbônica;

α – secreção de H^+ pela H^+ - ATPase; reabsorção de K^+ por H^+/K^+ ATPase;

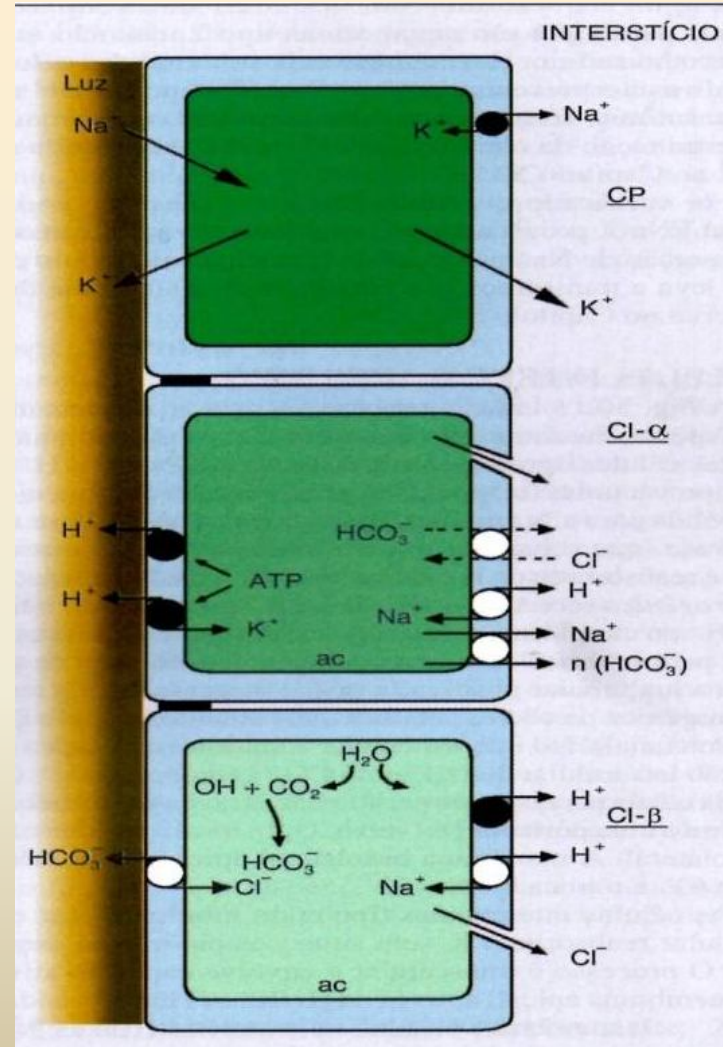
β – quando necessário secreção de bicarbonato.

Reabsorção

Túbulo Distal



Ducto coletor



Secreção

- Mesmos mecanismos de transporte;
- Mesmo sistema de transporte;
- Dos capilares para o interior do túbulo

Quadro 50.2 Principais solutos orgânicos secretados pelo túbulo proximal

	Ânions	Cátions
Substâncias endógenas	Ácidos graxos AMP cíclico Hipuratos Hidroxibenzoatos Hidroxindolacetato Oxalato Prostaglandinas Sais biliares Urato	Acetilcolina Colina Creatinina Dopamina Epinefrina Histamina Serotonina Tiamina
Drogas	Acetazolamida Cefalotin Clorotiazida Etacrinato Furosemida Paraamino-hipurato Penicilina G Probenicida Sacarina Salicilato	Atropina Cimetidina Hexametônio Morfina Neostigmina Paraquate Quinina Trimetoprim

Quadro 48.2 Resumo das principais contribuições dos diferentes segmentos do néfron na homeostase dos solutos e água

Segmento do Néfron	Principais Funções
Glomérulo	Formação do ultrafiltrado plasmático
Túbulo Proximal Convoluta	Reabsorção isotônica de 80% do fluido filtrado
Reabsorção de 80% de Na^+ e de 70% de Cl^- filtrados	Secreção de H^+
Reabsorção de K^+ , HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , uréia, ác. úrico	
Reabsorção total de glicose e aminoácidos	
Alça de Henle	Mecanismo contracorrente multiplicador devido a:
• ramo descendente	Reabsorção de água e secreção de sais e uréia
• ramo ascendente	Reabsorção de sais. Impermeável à água
	Regulação da excreção de Mg^{2+}
Túbulo Distal Convoluta	Reabsorção de pequena fração do NaCl filtrado
	Regulação da excreção de Ca^{2+}
Ducto Coletor	Reabsorção de NaCl
	Secreção de H^+ e amônia
	sem ADH – impermeável à água, dilui a urina
	com ADH – permeável à água, concentra a urina
• coletor cortical	Secreção de K^+
• coletor medular	Reabsorção ou secreção de K^+
	Reabsorção de uréia

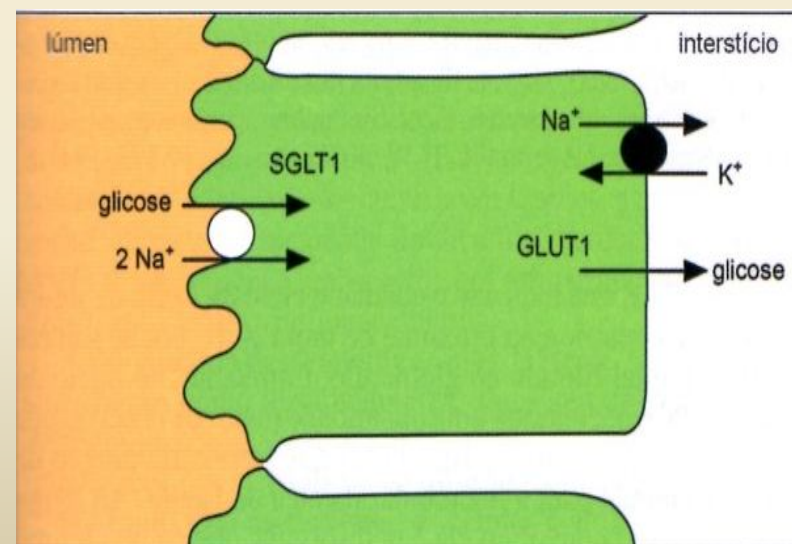
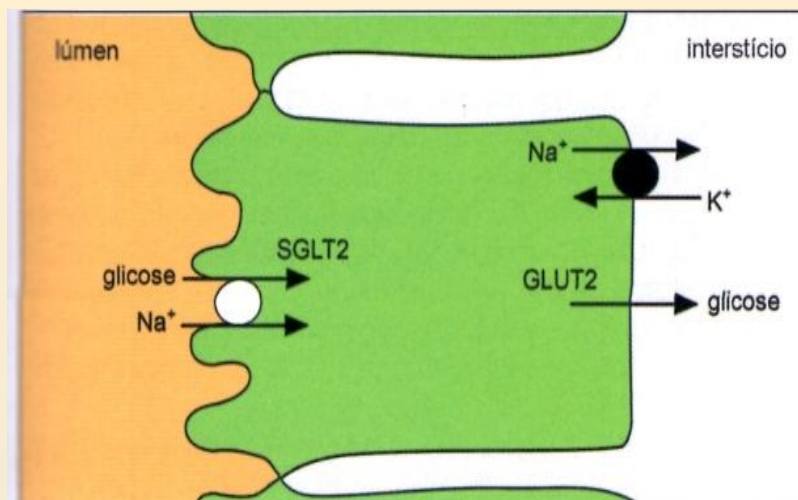
Reabsorção

Glicose

- Excesso de glicose ultrapassa o número de co-transportadores



glicosúria



Regulação do volume extracelular

Thaylise Parodi

Líquidos corporais

LIC (líquido intracelular): interior das células.
cátions (K^+ e Mg^{2+}); ânions (proteínas e fosfatos orgânicos como ATP, ADP, AMP);

LEC (líquido extracelular): fora da células.
Plasma: líq. circulante nos vasos sanguíneos.
Líquido intersticial: líq. que banha as células.
cátions (Na^+); ânions (Cl^- e HCO_3^-)

Sódio

- Determina o volume e pressão sanguínea;
- Balanço é modificado pelo ritmo de filtração e modificações na ingestão;

Cloreto

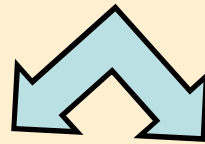
- Influenciados pelos mesmos fatores de variação de sódio;
- Distúrbios do equilíbrio ácido básico;

Potássio

Importância:

- ★ manutenção do volume celular;
- ★ regulação do pH intracelular;
- ★ Controle das funções de enzimas celulares;
- ★ síntese proteica e DNA;
- ★ crescimento celular;

Sódio associado a cloreto e bicarbonato é o principal constituinte osmótico do LEC



hormonais

Sistema renina-angiotensina-aldosterona;

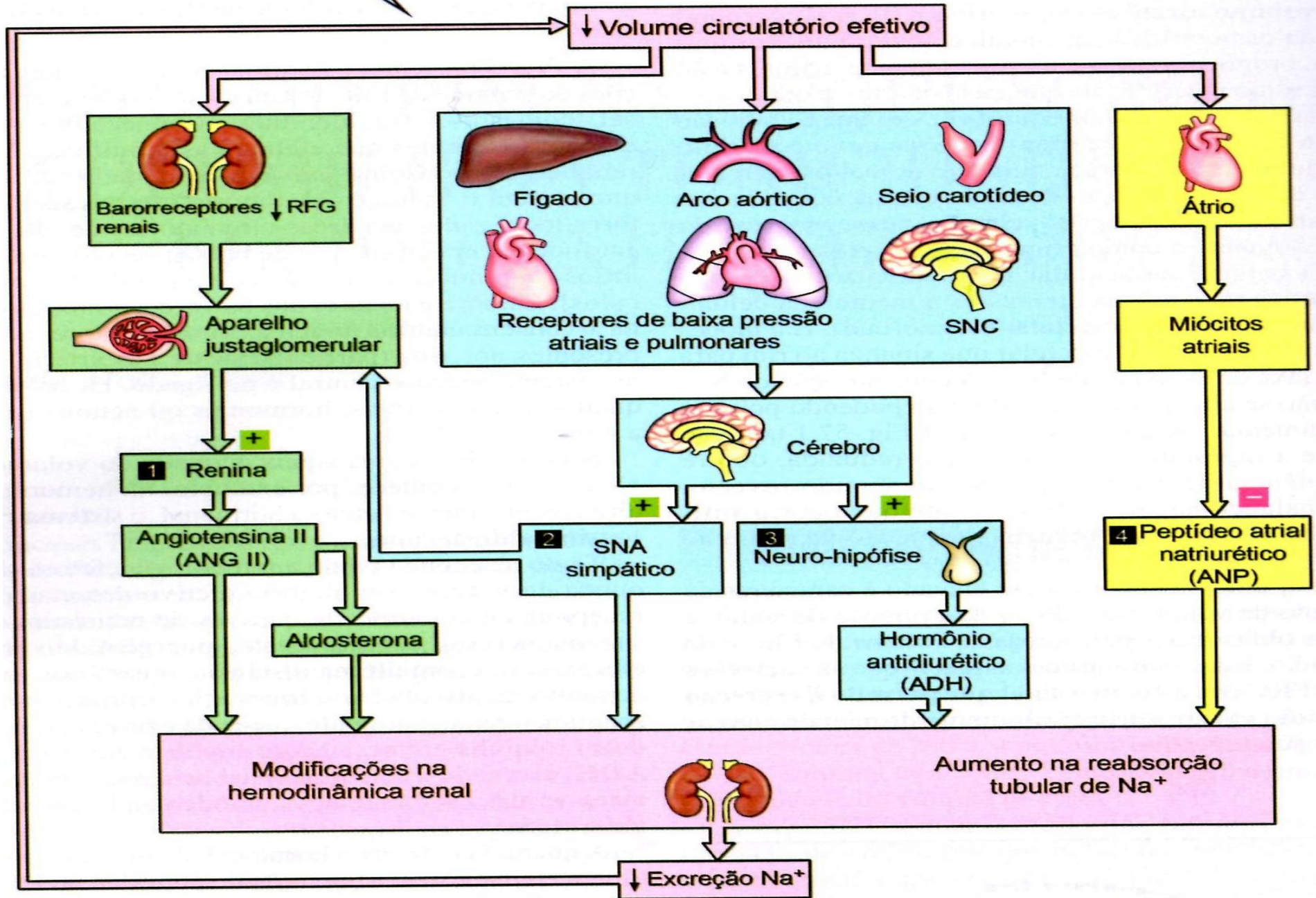
Peptídeo natriurético atrial

neurais

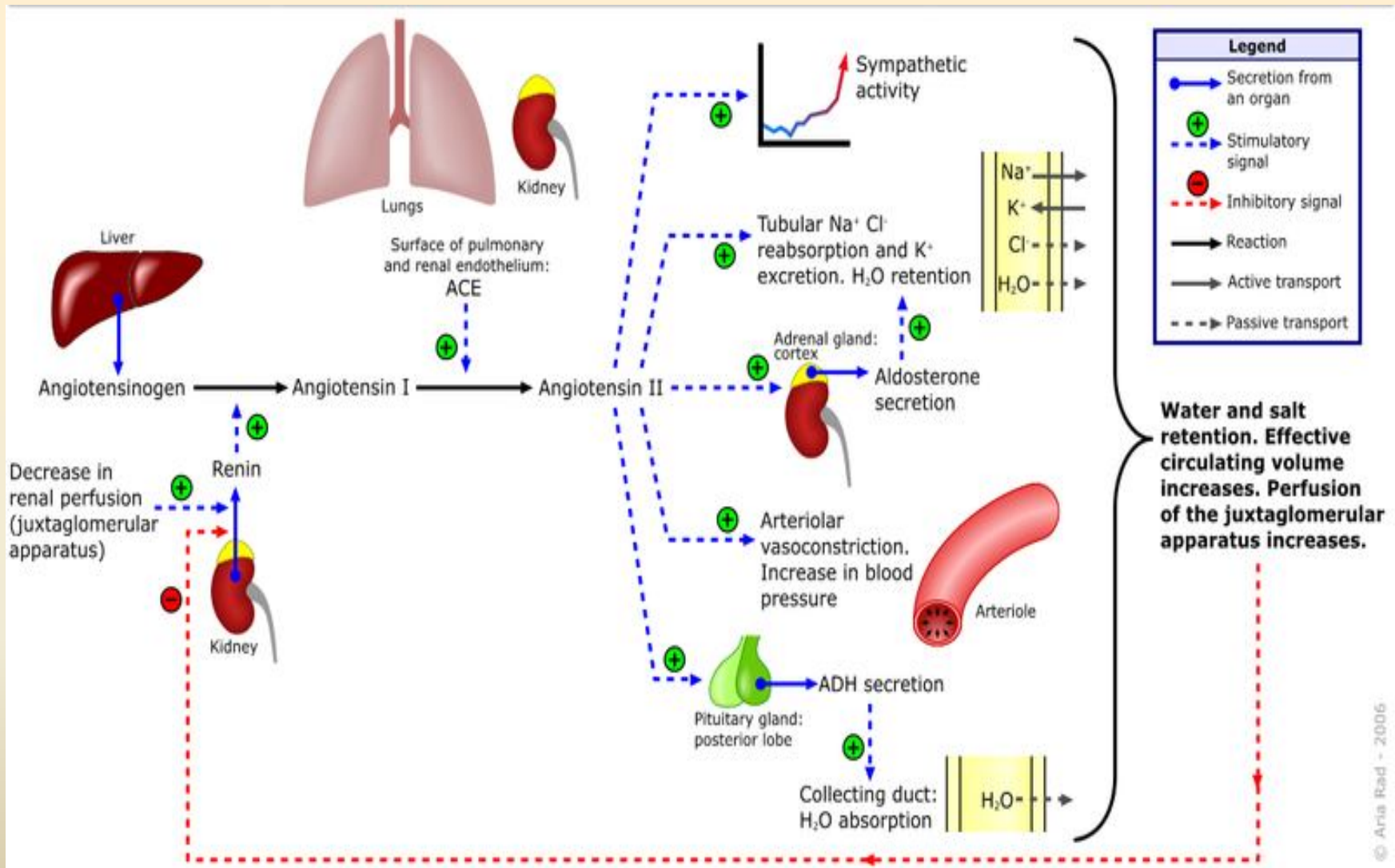
Inervação simpática;

Neuro-hipófise

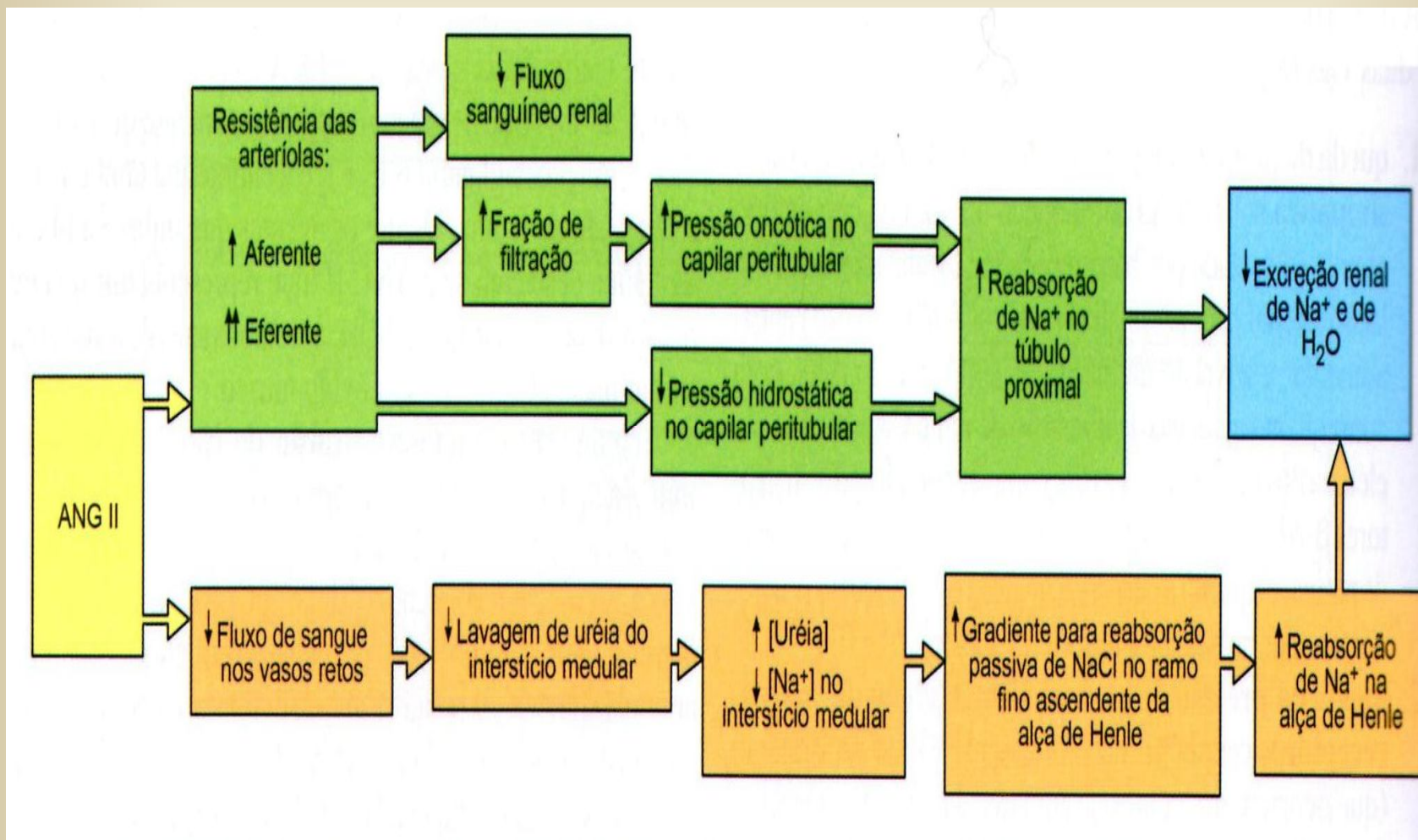
O aumento da retenção de Na⁺ corrige a queda do volume circulatório efetivo



Sistema Renina- Angiotensina-Aldosterona

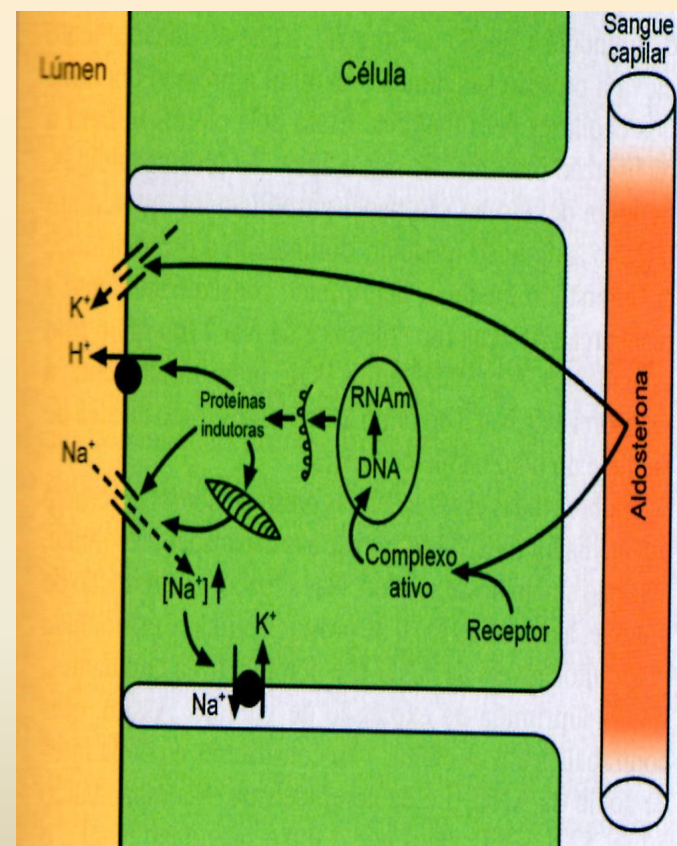


© Anis Rad - 2006



Aldosterona

- Manutenção do fluído extracelular por conservar sódio e secretar potássio:
- Aumento do pH sanguíneo (alcalose);
- Aumento da pressão arterial e da volemia.



Inervação simpática

Liberação de norepinefrina

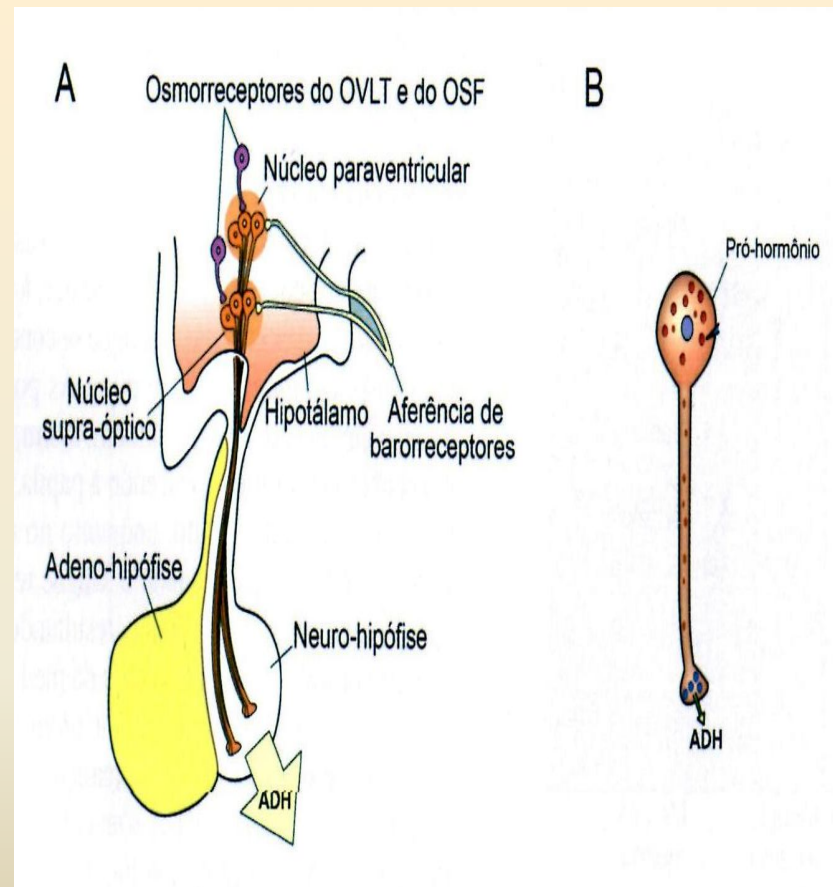
Redução fluxo sanguíneo

Sistema Renina Angiotensina - Aldosterona

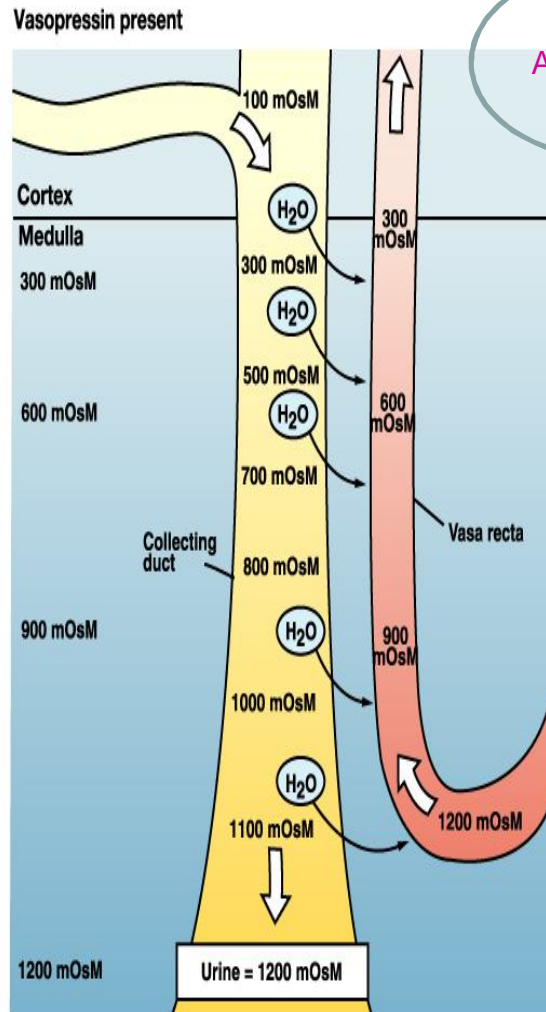
Ativação de receptores α -adrenérgicos

Hormônio Antidiurético (ADH)

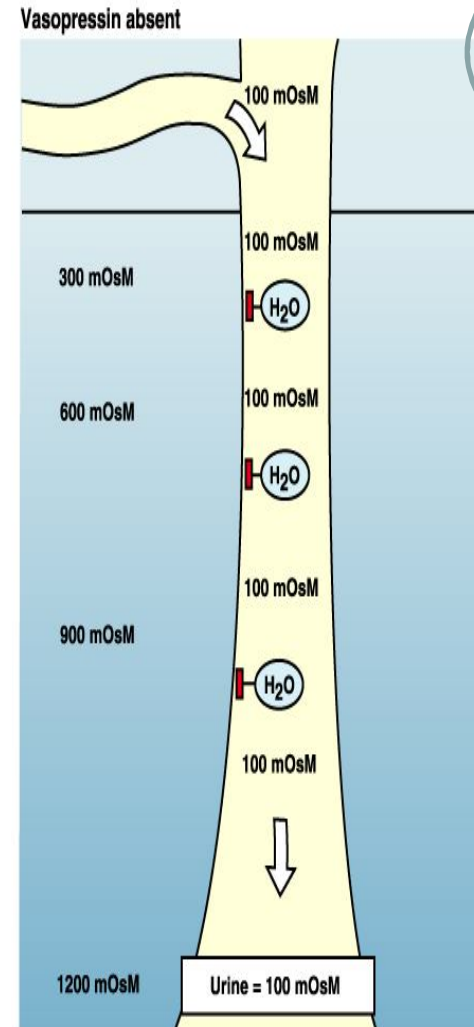
- Ação vasopressora;
- Ação em receptores localizados nas células principais do túbulo coletor;
- Regula a osmolaridade e volume da urina.



Mecanismo de ação do ADH (Arginina Vasopressina)

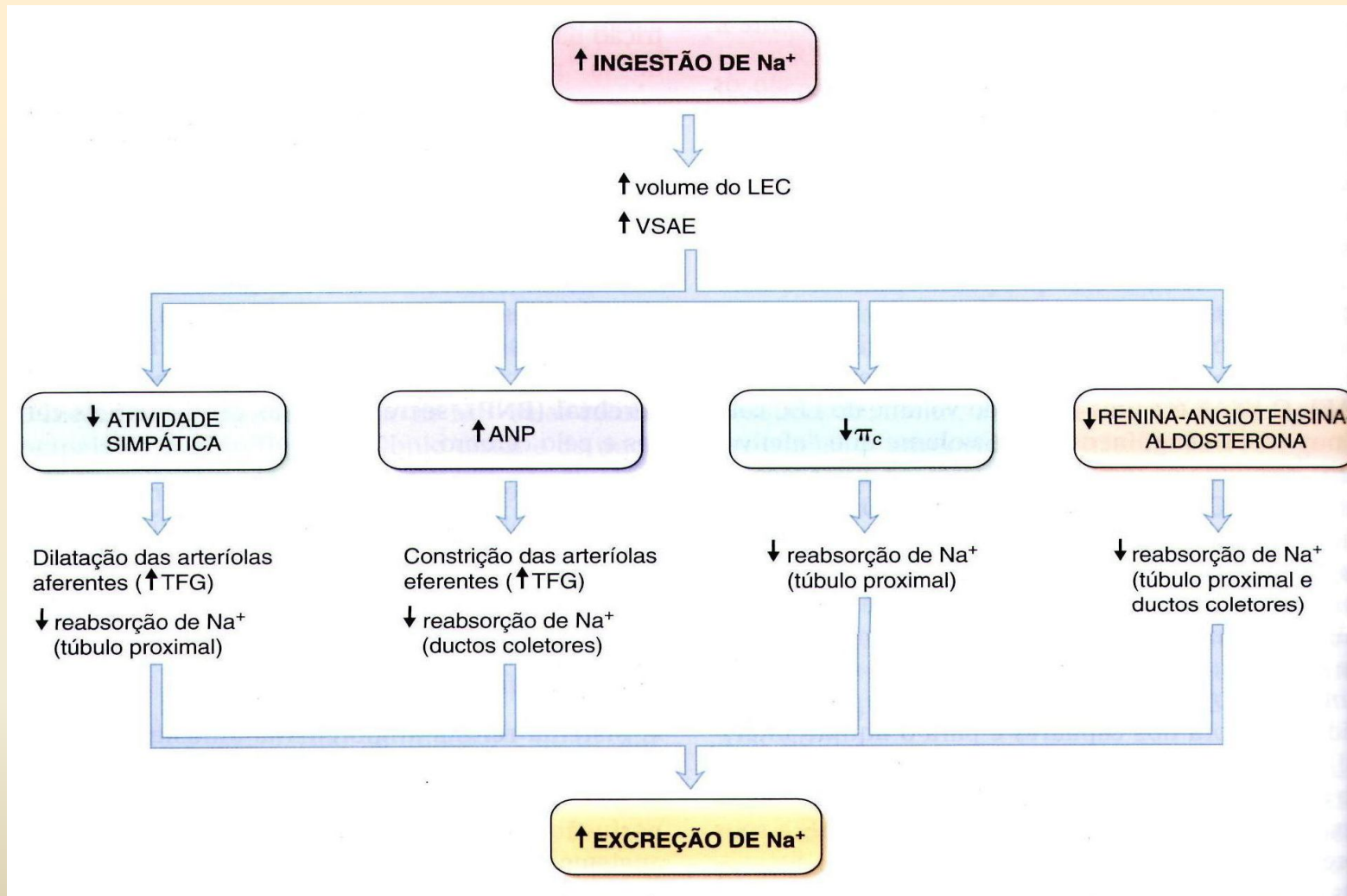


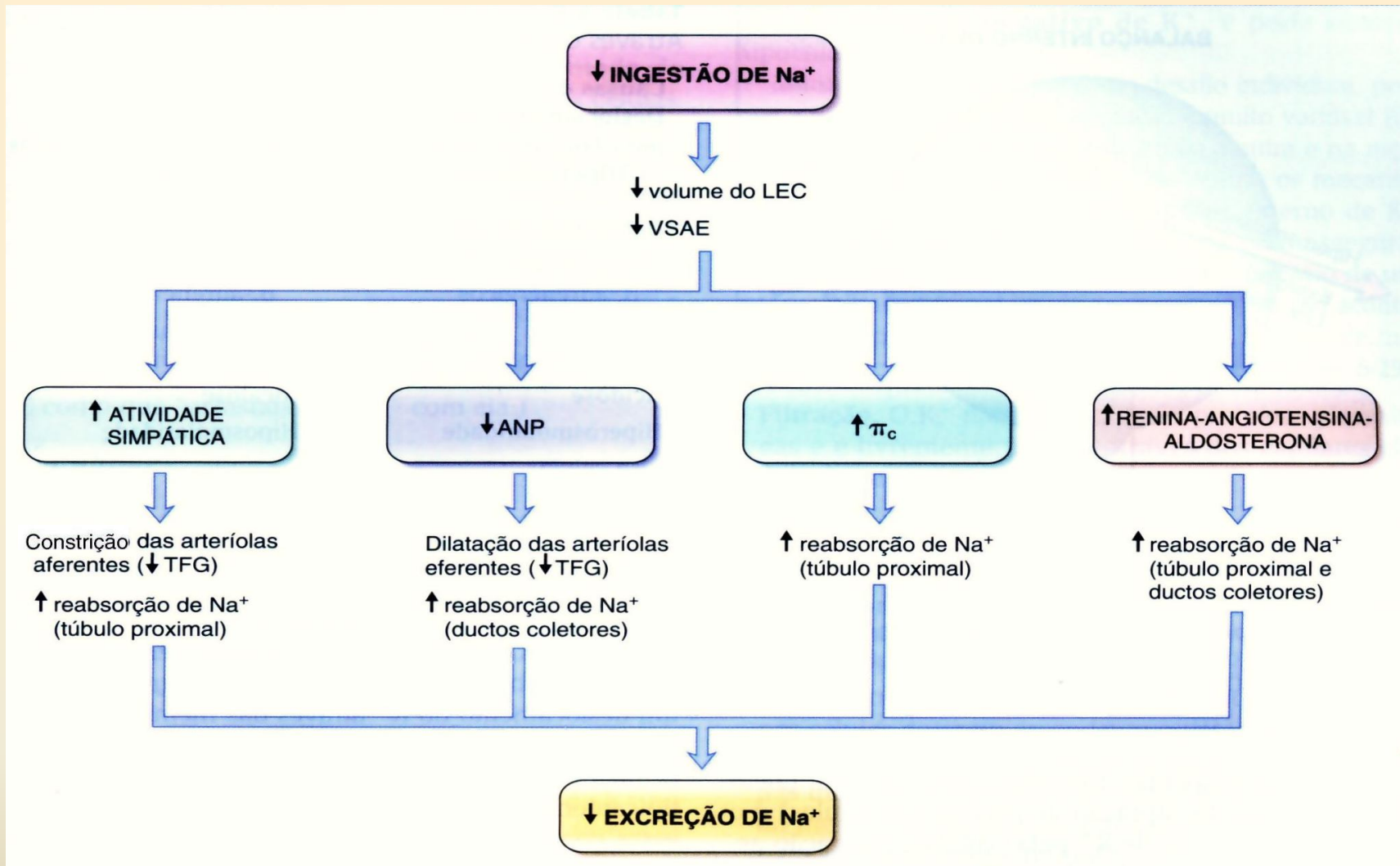
Antidiurese



Diurese

Peptídeo Natriurético Atrial





Balanço de água

↑ pressão osmótica ↓ volemia

barorreceptores

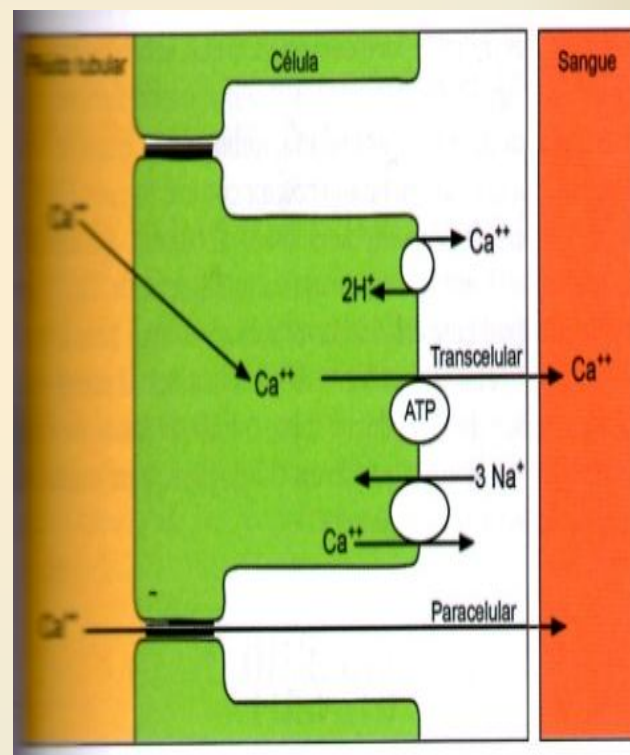


nervo vago e glossofaríngeo

SEDE

Cálcio

- Importante na formação óssea, divisão e crescimento celular, coagulação, acoplamento estímulo – resposta;
- Regulação pelo hormônio da paratireóide (PTH), calcitonina, vitamina D



Magnésio

- Formação óssea, ativação de enzimas e regulação proteica;
- Depende da quantidade total corporal e da sua distribuição intra e extracelular;
- Reabsorvido no ramo ascendente da alça pela proteína PRCL-1.

Fosfato

- Componente de muitas moléculas orgânicas
DNA, RNA, ATP;
- Co-transporte com sódio;
- Paratormônio (PTH);
- Transporte máximo.

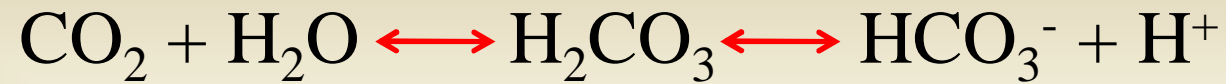
Regulação do pH do fluido extracelular

Secreção de Hidrogênio e Reabsorção de bicarbonato

- Geração intracelular de H^+ e HCO_3^- ;
ação da anidrase carbônica



- Secreção tubular de H^+ ;
trocador Na^+/H^+ ; H^+ -ATPase e a H^+/K^+ -ATPase
- Reabsorção de bicarbonato;



Acidose respiratória - compensação renal

add

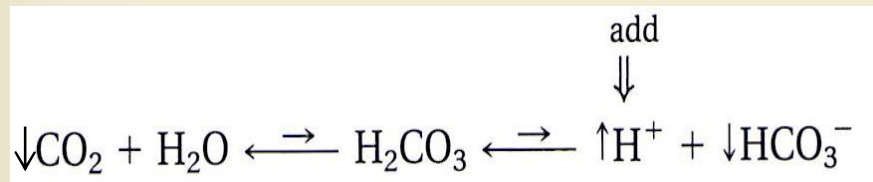


Alcalose respiratória – compensação renal

remove



Acidose metabólica – compensação pulmonar



Alcalose metabólica - compensação pulmonar

