



# BIOLOGIA

com **Arthur Jones**

Sistema Urinário humano  
e formas de excreção



# SISTEMA EXCRETOR HUMANO

Uma das principais características dos seres vivos é a capacidade de manter um meio interno isolado do meio externo e constante em sua composição e organização. A isso chamamos homeostase. Praticamente todos os sistemas fisiológicos trabalham para manter essa homeostase, seja fornecendo nutrientes e gases respiratórios aos vários tecidos corporais (como fazem os sistemas digestivo, respiratório e circulatório), seja controlando esses processos (como fazem os sistemas endócrino, nervoso e sensorial), seja eliminando substâncias tóxicas que podem ser prejudiciais aos tecidos.

A remoção de subprodutos tóxicos do metabolismo celular é chamada de **excreção**. Por exemplo, a eliminação do gás carbônico pelos pulmões é um tipo de excreção. Outras substâncias tóxicas são eliminadas principalmente pelo sistema excretor, que é um conjunto de órgãos especializados na **filtração do sangue** para remover essas substâncias, ou por outras estruturas, como as glândulas sudoríparas e o fígado. A homeostase, no entanto, não se limita apenas à aquisição de substâncias úteis e à eliminação de substâncias tóxicas.

É importante entender que o controle dos níveis de água no organismo pode ser feito pelo controle dos níveis de sais. Quando aumentamos a quantidade de sal no corpo, aumentamos a capacidade do corpo de reter água, e isso ajuda a manter o equilíbrio necessário para a homeostase.

**O que é Excreção?** Excreção é o processo pelo qual organismos vivos removem substâncias indesejáveis e resíduos do corpo. Essas substâncias podem incluir produtos finais do metabolismo celular, toxinas, excesso de água e sais. A excreção é vital para manter o equilíbrio interno do corpo, também conhecido como homeostase, garantindo que substâncias tóxicas ou desnecessárias não se acumulem a níveis prejudiciais. Nos seres humanos e outros vertebrados, a excreção é predominantemente realizada pelos sistemas urinário e respiratório, embora outras vias, como a excreção através da pele e do trato gastrointestinal, também desempenhem papéis importantes.

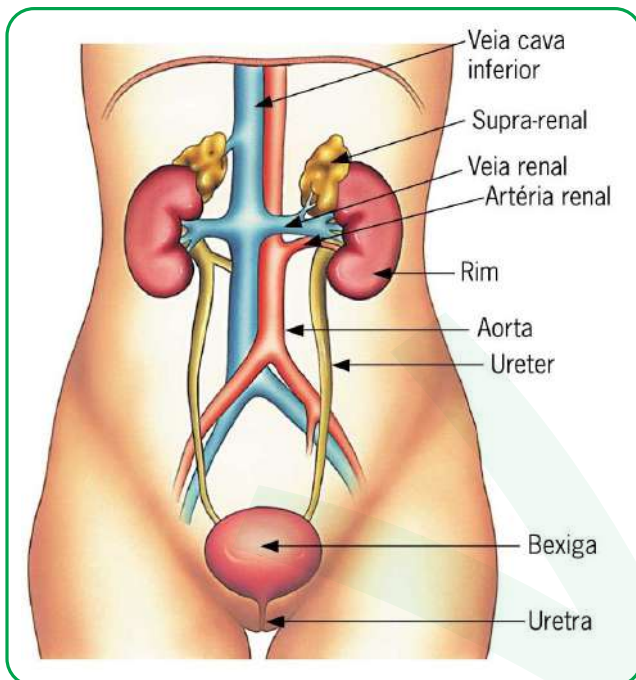
## DO METABOLISMO DOS SERES VIVOS RESULTAM OS PRODUTOS DE EXCREÇÃO:

- ▶ CARBOIDRATOS
  - CO<sub>2</sub> ;
- ▶ LIPÍDEOS
  - CO<sub>2</sub> ;
- ▶ PROTEÍNAS (AMINOÁCIDOS)
  - CO<sub>2</sub>;
  - Amônia;
  - Uréia;
  - Ácido úrico.

**O ser humano, normalmente excreta de quatro formas:**

- ▶ INTESTINO GROSSO
  - Eliminação do excesso de colesterol que ocorre através das secreções biliares;
- ▶ PULMÕES
  - Eliminação de CO<sub>2</sub>;
- ▶ PELE
  - Glândulas sudoríparas: liberam uréia, ácido úrico, água e sais
- ▶ RINS
  - Eliminação de excretas nitrogenados;
  - Eliminação do excesso de sais do sangue;
  - Eliminação de álcool, medicamentos e toxinas que estejam na circulação;

## O SISTEMA EXCRETOR HUMANO É FORMADO PELOS SEGUINTE ÓRGÃOS



Fonte: Googleimagens

Anatomicamente o sistema urinário humano é formado pelos seguintes órgãos:

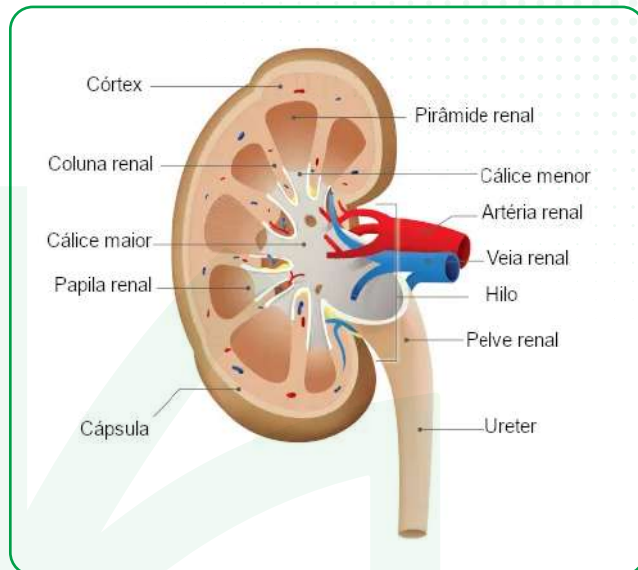
1. Rins;
2. Ureteres;
3. Bexiga;
4. Uretra;
5. OBS: **Uretra Masculina:** Faz parte do sistema urogenital, ou seja, representa um local de saída do esperma e também da urina.



**Anote aqui**

### 1. RINS:

Os rins humanos são dois órgãos localizados na região mais dorsal do abdômen, protegidos por uma camada de gordura e associados às glândulas adrenais. Eles têm uma cor vermelho-escuro, formato parecido com um feijão achatado, e medem um pouco mais de 10 cm de comprimento.



Fonte: Brasilescola

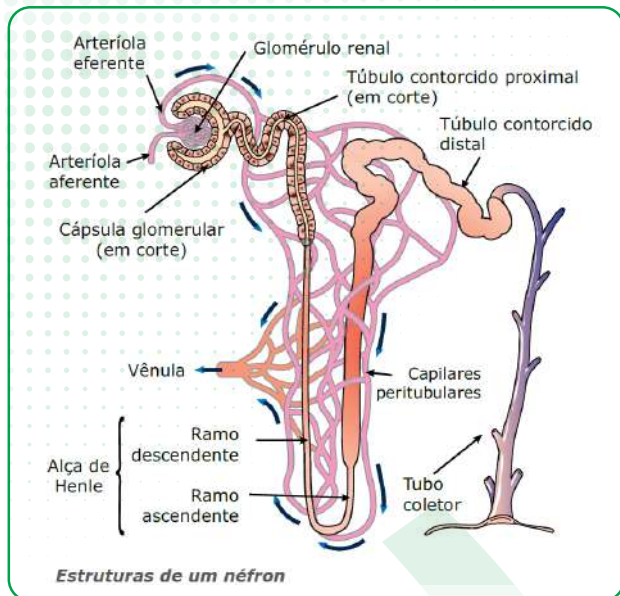
Cada rim é envolvido por uma cápsula fibrosa feita de tecido conjuntivo. O rim em si é composto por duas regiões: o córtex, que é a parte mais externa, e a medula, que é a parte mais interna. Na região do córtex, encontramos a maior parte das estruturas dos néfrons, que são as unidades funcionais dos rins, e cada rim tem cerca de um milhão de néfrons.

Na medula, encontramos uma pequena parte da estrutura dos néfrons, especificamente as alças de Henle e os ductos coletores de urina. Esses componentes trabalham juntos para filtrar o sangue, reabsorver nutrientes e formar a urina, que depois será excretada do corpo.

### NÉFRON

É a unidade morfofuncional do RIM dos vertebrados. O néfron é a unidade básica do rim, tanto em termos de estrutura quanto de função. Cada néfron é composto por duas partes principais: estruturas vasculares e estruturas tubulares. As estruturas vasculares incluem a arteríola aferente, o glomérulo de Malpighi, a arteríola eferente e uma rede de capilares peritubulares. Já as estruturas tubulares incluem a cápsula renal (ou cápsula de Bowman), o túbulo contorcido proximal, a alça de Henle (que é dividida em ramo ascendente e ramo descendente), o túbulo contorcido distal e o ducto coletor de urina.





A combinação da cápsula renal e do glomérulo de Malpighi é conhecida como corpúsculo renal. Já a combinação de todos os túbulos é chamada de túbulos renais. Esses componentes trabalham juntos para filtrar o sangue, reabsorver substâncias úteis e formar a urina, que será excretada do corpo.

A formação de urina nos néfrons de vertebrados envolve três processos principais:

- ▶ **Filtração:** o sangue é filtrado em densa rede de capilares chamada de glomérulo, altamente permeável a substâncias selecionadas e impermeável a grandes moléculas.
- ▶ **Reabsorção tubular:** o filtrado glomerular flui através dos túbulos renais; as células que revestem os túbulos renais modificam o filtrado glomerular por reabsorverem íons específicos, nutrientes e água, conduzindo-os de volta ao sangue e deixando e concentrando o excesso de íons e resíduos tais como a uréia.
- ▶ **Secreção tubular:** o filtrado glomerular é ainda modificado pelas células do túbulo que transportam substâncias do sangue para o interior dos túbulos. O corpo necessita excretar essas substâncias.

**Obs.:** Os rins são formados por mais ou menos 1 milhão de néfrons. Nesses néfrons ocorre a filtração do sangue, essas substâncias retiradas do sangue, que são no geral, ácido úrico e amônia, juntamente com excessos, formarão a urina.

## Lembre-se

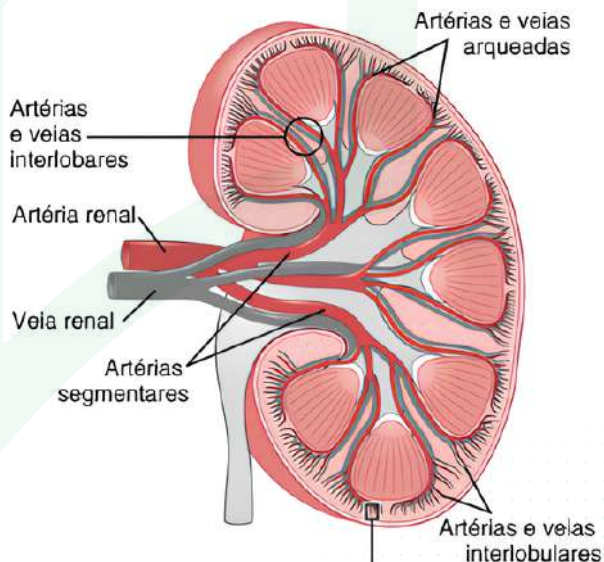
Em cada rim humano, completamente formado, existem cerca de 600.000 a 2.000.000 de néfrons.

**A unidade morfofuncional do rim metanefro é o Néfron. Ele se compõe de:**

- a) Arteríola Aferente;
- b) Glomérulo de Malpighi;
- c) Arteríola Eferente;
- d) Cápsula de Bowman;
- e) Túbulo contornado proximal;
- f) Alça de Henle;
- g) Túbulo contornado distal;
- h) Tubo coletor de urina;
- i) Rede de capilares e vênulas;
- j) Veia.

## Componentes do Néfrons:

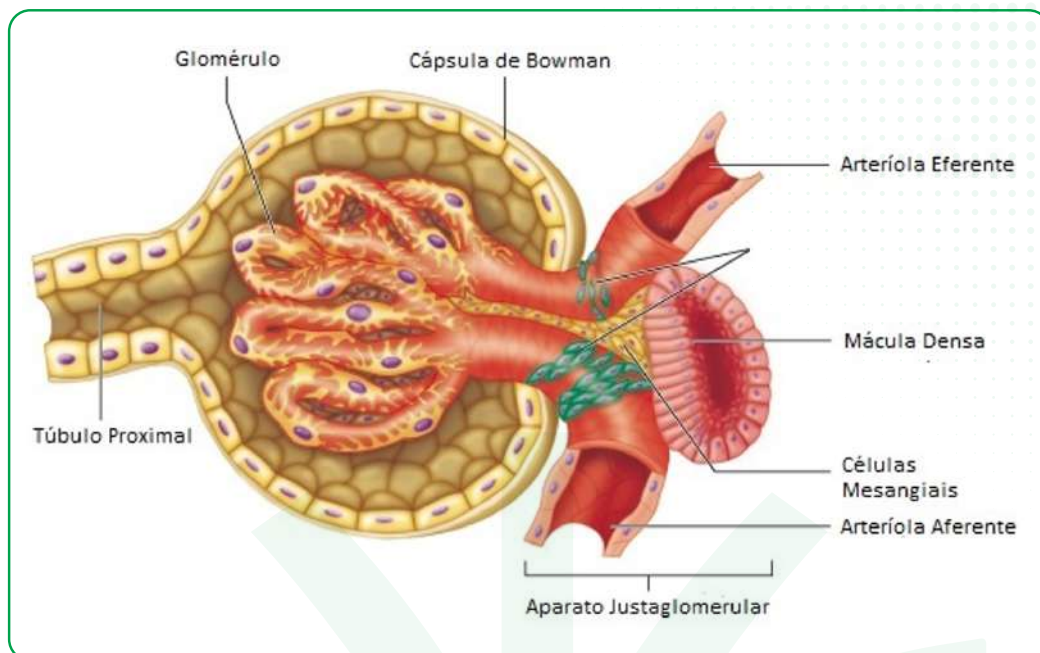
- ▶ **Artérias renais e componentes:** As artérias renais que chegam a cada rim (uma para cada rim) se dividem em cerca de um milhão de ramos menores, chamados arteríolas aferentes. Cada arteríola aferente se divide em uma rede de capilares que forma o glomérulo de Malpighi, que fica dentro de uma cápsula de Bowman. Da cápsula de Bowman, sai uma arteríola eferente, que depois forma uma rede de capilares que envolve os túbulos renais.



Fonte: Sanarmed



**Anote aqui**



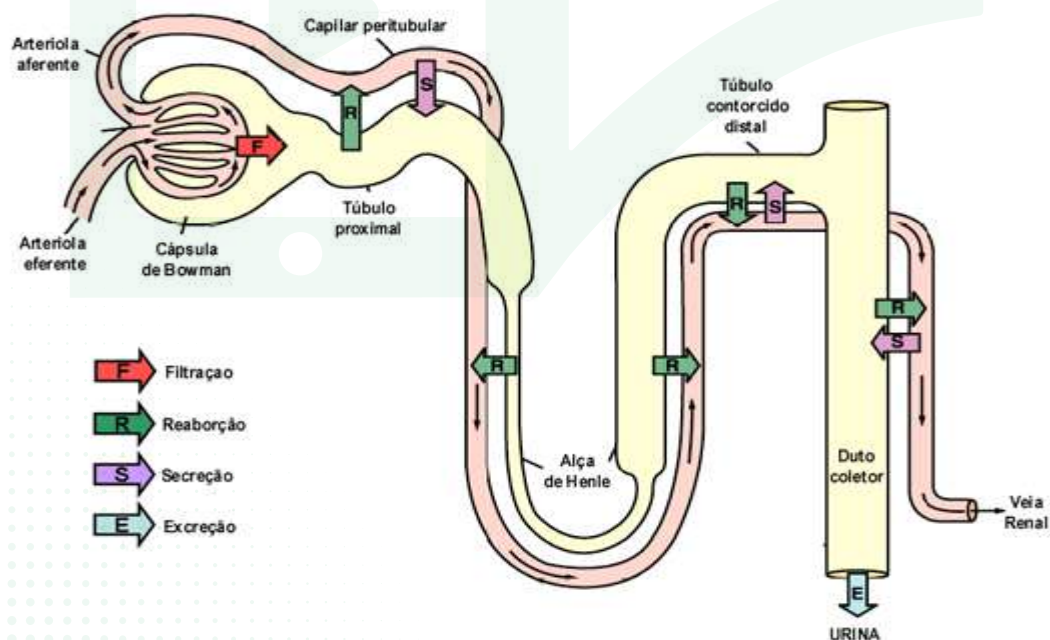
Fonte:unifal-mg.edu.br

**OBS:** A função básica do néfron é filtrar ou limpar o plasma sanguíneo, removendo as substâncias indesejáveis durante sua passagem pelo rim. Ao mesmo tempo, ele retém no sangue todas as substâncias que ainda são necessárias para o corpo. Por exemplo, os produtos finais do metabolismo, como a ureia, são quase totalmente eliminados, enquanto íons como o sódio são eliminados quando estão em excesso.

O néfron realiza essa filtração do sangue começando pelo **corpúsculo renal**.

► **Túbulo contorcido proximal (reabsorção ativa):** Uma vez que o filtrado glomerular é formado, ele passa para o túbulo contorcido proximal (TCP). É nesse ponto que começa a reabsorção das substâncias úteis presentes no filtrado. Cerca de 65% das substâncias são reabsorvidas pelo sangue: toda a glicose, todos os aminoácidos, todas as vitaminas, parte dos sais (como o NaCl) e outras. Essas substâncias reabsorvidas voltam para o sangue nos capilares peritubulares que envolvem os túbulos renais.

À medida que essas substâncias são reabsorvidas, a concentração delas no TCP diminui e aumenta nos **capilares peritubulares**. Como resultado, há também uma intensa reabsorção de água por osmose, já que o TCP é altamente permeável à água.

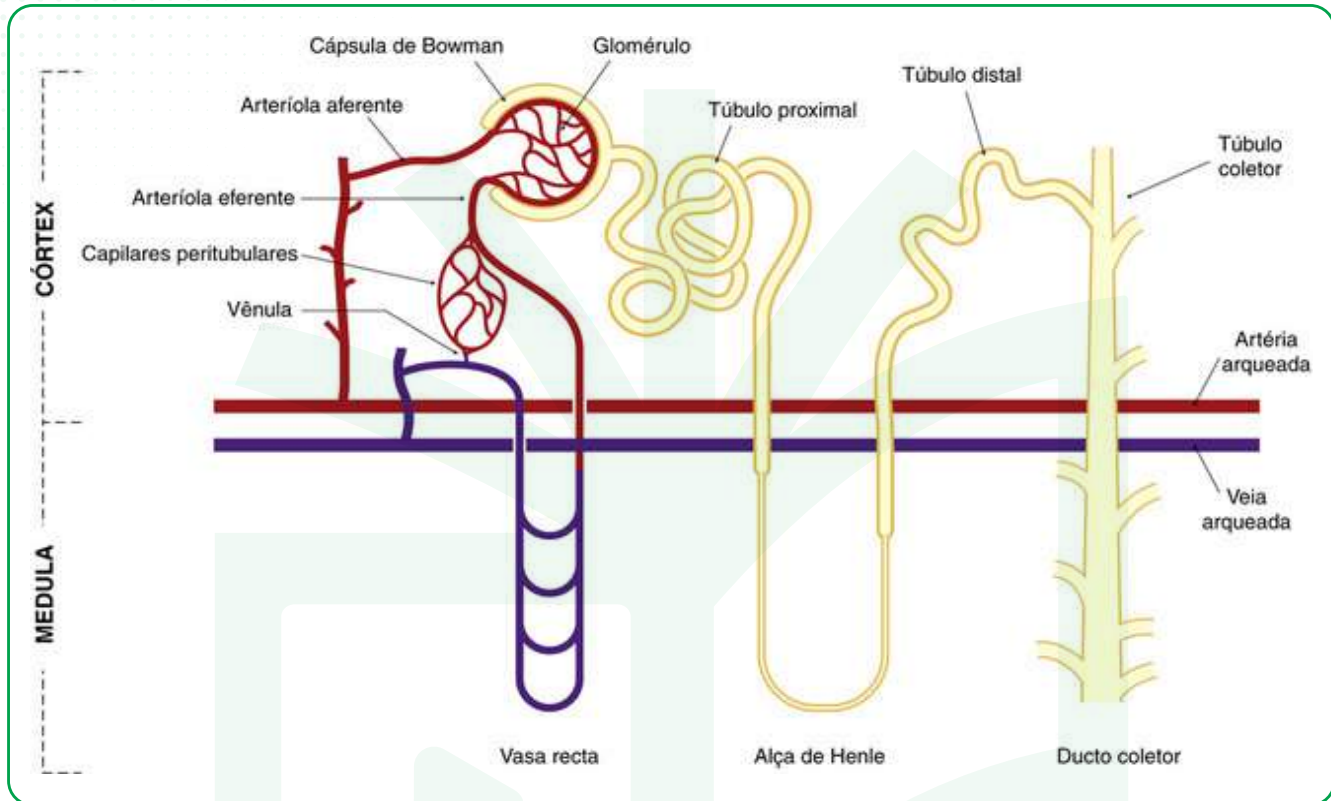


Fonte:www2.ibb.unesp.br

A reabsorção de substâncias no TCP ocorre por meio de transporte ativo. Isso acontece porque o filtrado glomerular tem praticamente a mesma concentração do plasma, então não há uma diferença significativa de concentração para que ocorra difusão simples. Além disso, mesmo que a glicose, por exemplo, esteja presente em baixíssima concentração no filtrado, é do interesse do organismo reabsorver essa glicose, evitando a eliminação de substâncias úteis na urina. Para que isso aconteça, é necessário o transporte ativo.

Substâncias não necessárias, como ureia, amônia e ácido úrico, não são reabsorvidas ou, se são, é em grau mínimo. Isso ocorre porque as células do TCP são praticamente impermeáveis a essas substâncias e não possuem mecanismos de transporte ativo para elas.

- **Alça de Henle (reabsorção de água):** Depois do túbulo contorcido proximal (TCP), o filtrado glomerular passa para a alça de Henle, começando pelo ramo descendente e depois pelo ramo ascendente. Nessa parte do néfron, há uma interação importante entre os processos que ocorrem nos dois ramos.

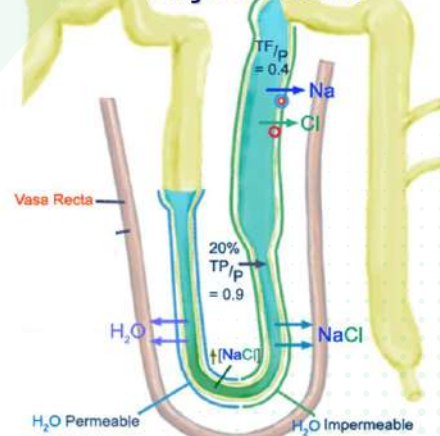


Fonte: Sanarmed

O ramo descendente, assim como o TCP, é permeável à água. Conforme ele desce por regiões do rim onde a concentração de solutos no sangue aumenta, a água sai do filtrado e entra nos capilares peritubulares por osmose.

Já o ramo ascendente é normalmente impermeável à água (essa permeabilidade pode ser alterada pelo hormônio ADH, que veremos mais à frente). Isso significa que, neste segmento do néfron, a água não sai para o sangue. O que é crucial aqui é o transporte ativo de sódio ( $\text{Na}^+$ ) para os tecidos adjacentes. Quando o sódio sai, ele atrai eletricamente o cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) para esses tecidos. O  $\text{NaCl}$  (cloreto de sódio) então difunde-se de volta para o ramo descendente da alça de Henle. Quando o líquido tubular chega novamente ao ramo ascendente, o  $\text{NaCl}$  é removido ativamente outra vez e o ciclo se repete várias vezes. Esse processo de transporte cíclico de  $\text{NaCl}$  entre os ramos descendente e ascendente resulta em uma grande concentração de sal nessa região do néfron, e parte desse  $\text{NaCl}$  acaba sendo transferida gradualmente para os capilares peritubulares, retornando ao sangue.

### Reabsorção de Água e $\text{NaCl}$ na Alça de Henle

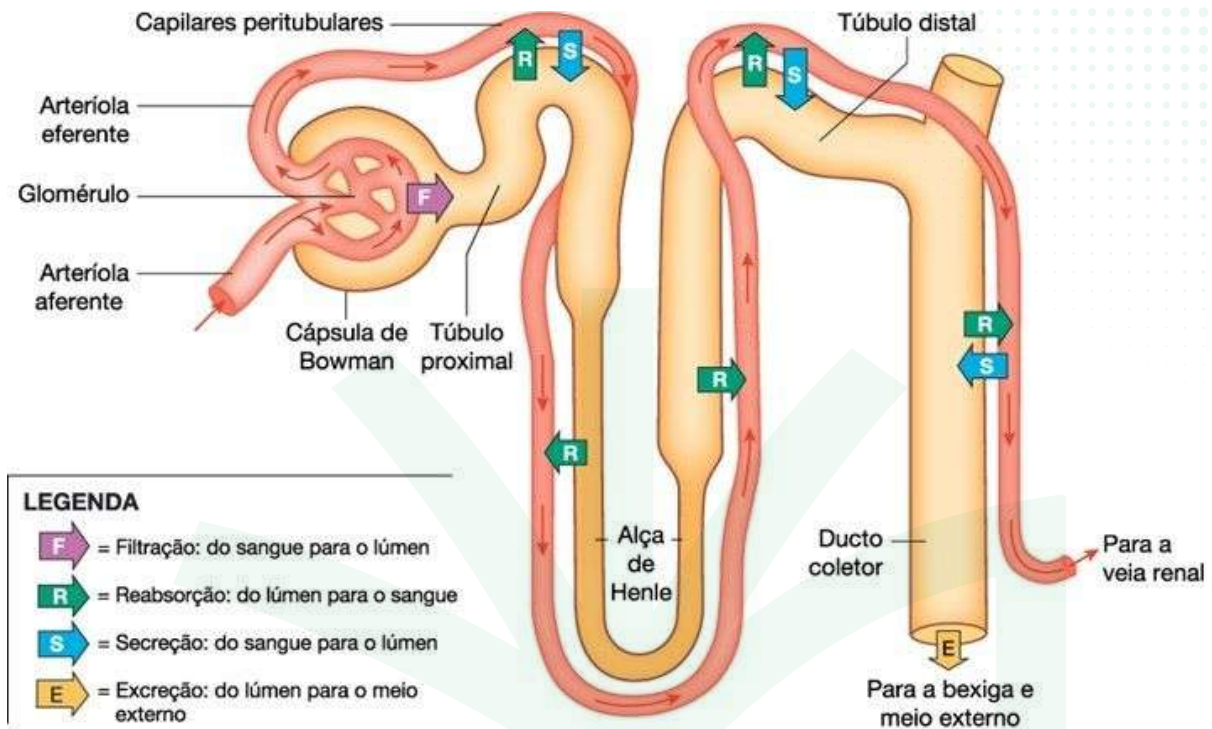


estruturas, enquanto disponível, de: <http://projects.nmrl.mcgill.ca/dir/tephrology.html>

Fonte: 1.bp.blogspot



- **Túbulo contorcido distal (secreção ativa):** O líquido tubular continua seu percurso no ramo ascendente da alça de Henle e chega ao túbulo contorcido distal (TCD). Assim como o ramo ascendente da alça de Henle, o TCD é impermeável à água, então a água não sai de seu interior. Ao mesmo tempo, o TCD remove ativamente o NaCl. Conforme o líquido tubular se aproxima do TCD, sua concentração vai diminuindo, ficando com mais água e menos sal.



Fonte: pinterest

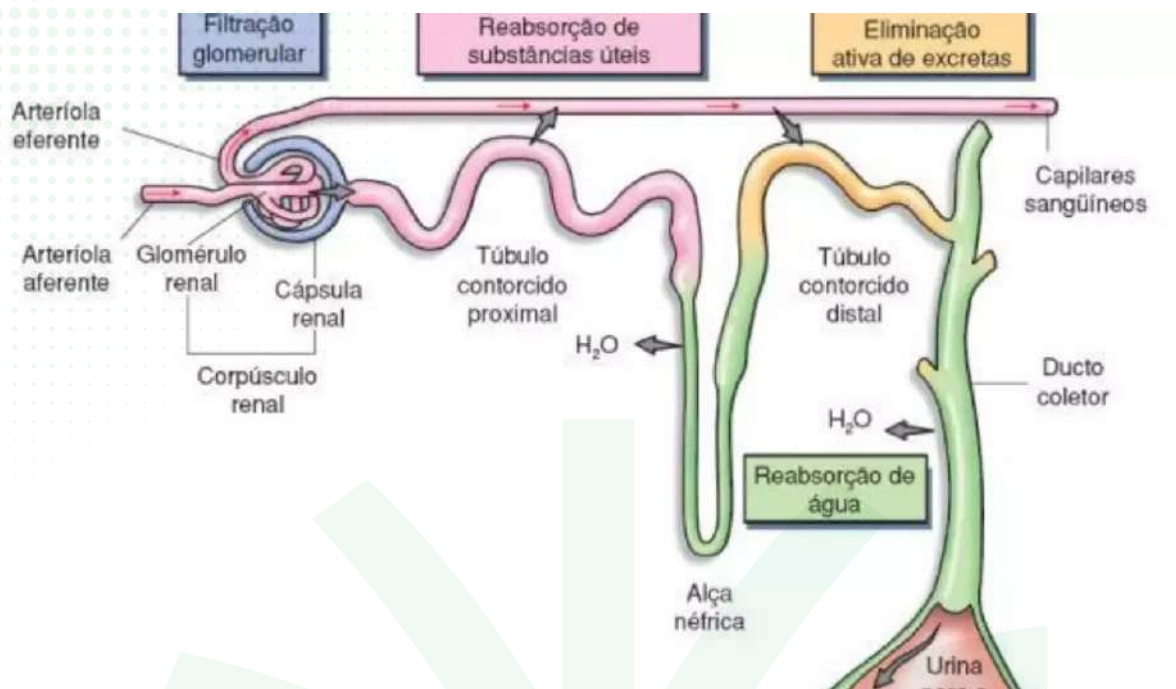
O TCD é dividido em duas regiões. A região mais próxima do ramo ascendente da alça de Henle também é impermeável à água e promove a reabsorção ativa do sódio, que atrai o cloreto, fazendo o NaCl passar para o sangue. Nessa região, ocorre a secreção tubular de algumas substâncias para a urina por transporte ativo, como:

- **Potássio:** Como o sódio, o potássio é um íon positivo. A secreção de potássio ajuda a balancear as concentrações de cátions no sangue, eliminando potássio quando muito sódio é reabsorvido ou deixando de eliminar potássio quando pouco sódio é reabsorvido.
- **Íons hidrogênio:** Para reduzir a acidez do sangue quando ela estiver alta, auxiliando os pulmões nessa função.
- **Amônia:** Por ser tóxica, a amônia deve ser eliminada de maneira eficiente, tanto por filtração glomerular quanto por secreção tubular.
- **Algumas drogas:** Certos medicamentos também são eliminados dessa forma.

**Ducto coletor de urina (formação da urina):** Após passar pelo túbulo contorcido distal (TCD) e sofrer reabsorções e secreções importantes, o líquido tubular derivado do filtrado glomerular chega ao ducto coletor. Este ducto é permeável à água e um pouco impermeável à ureia. Isso significa que tanto a água quanto a uréia podem sair do ducto coletor. A água retorna para o sangue, enquanto a uréia retorna para o ramo descendente da alça de Henle e, ao chegar novamente ao ducto coletor, é eliminada através da urina. Esse processo ocorre várias vezes, mas a maior parte da ureia acaba sendo eliminada na urina.



Anote aqui

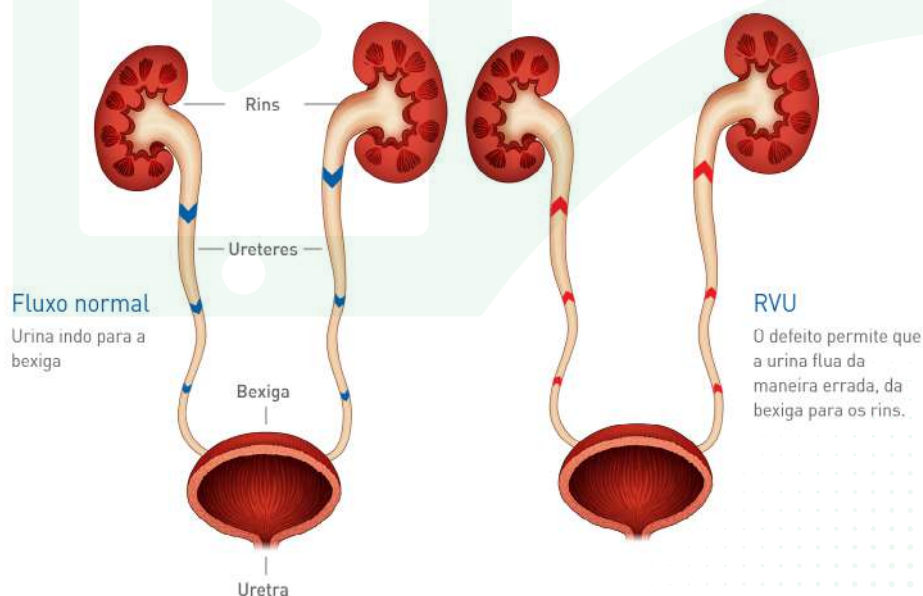


Fonte: EstudoKids

A urina possui uma cor amarelada devido a um pigmento chamado ureócrono (ou urobilina), derivado da bilirrubina produzida no metabolismo da hemoglobina. Além do ureócrono, outros pigmentos podem estar presentes na urina. A reciclagem da ureia nessa região do néfron e a reciclagem do NaCl entre os ramos descendente e ascendente da alça de Henle são fundamentais para criar uma região de alta concentração nos fluidos que circulam nos túbulos renais nessa parte do rim. Esse processo é crucial para atrair água e favorecer sua reabsorção de volta para o sangue.

## 2. URETERES:

Os ureteres são estruturas tubulares finas, cada um medindo cerca de 25-30 centímetros de comprimento e 4 milímetros de diâmetro, que conectam os rins à bexiga.



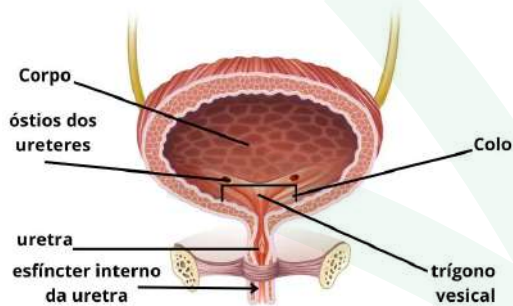
Fonte: deflux.com



São responsáveis pelo transporte de urina dos rins até a bexiga por meio de um processo contínuo de peristaltismo muscular. Cada ureter é composto por três camadas principais: uma camada externa de tecido conjuntivo fibroso, uma camada muscular intermediária (músculo liso) que ajuda na propulsão da urina, e uma camada mucosa interna que é contínua com a mucosa da pelve renal. A junção ureterovesical, onde os ureteres entram na bexiga, possui válvulas que previnem o refluxo da urina.

### 3. BEXIGA:

A bexiga urinária é um órgão muscular oco localizado na pelve, responsável pelo armazenamento temporário de urina antes da micção. Ela pode armazenar em média de 400 a 600 ml de urina, mas sua capacidade pode variar dependendo do indivíduo e de condições de saúde.

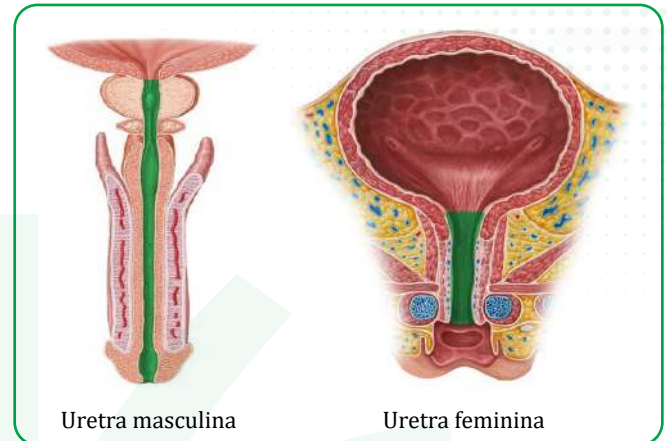


Fonte: Biologianet

A bexiga é revestida internamente por um tipo de epitélio transicional que pode se distender consideravelmente à medida que a urina se acumula. A micção é controlada por um complexo sistema nervoso que envolve reflexos da medula espinhal e influências do cérebro, permitindo a liberação voluntária da urina através da uretra.

### 4. URETRA:

A uretra é um canal que se estende desde a bexiga até o exterior do corpo. Em homens, a uretra é mais longa e passa através da próstata e do pênis, servindo tanto para a passagem de urina quanto para a ejaculação de sêmen.



Fonte: Kenhub

Em mulheres, a uretra é mais curta e se abre entre o clitóris e o orifício vaginal, tendo a função exclusiva de eliminar a urina. A uretra é revestida por um epitélio que varia em características dependendo de sua localização no corpo, e sua função principal é permitir o controle voluntário da micção, sendo influenciada por hormônios e condições de saúde.



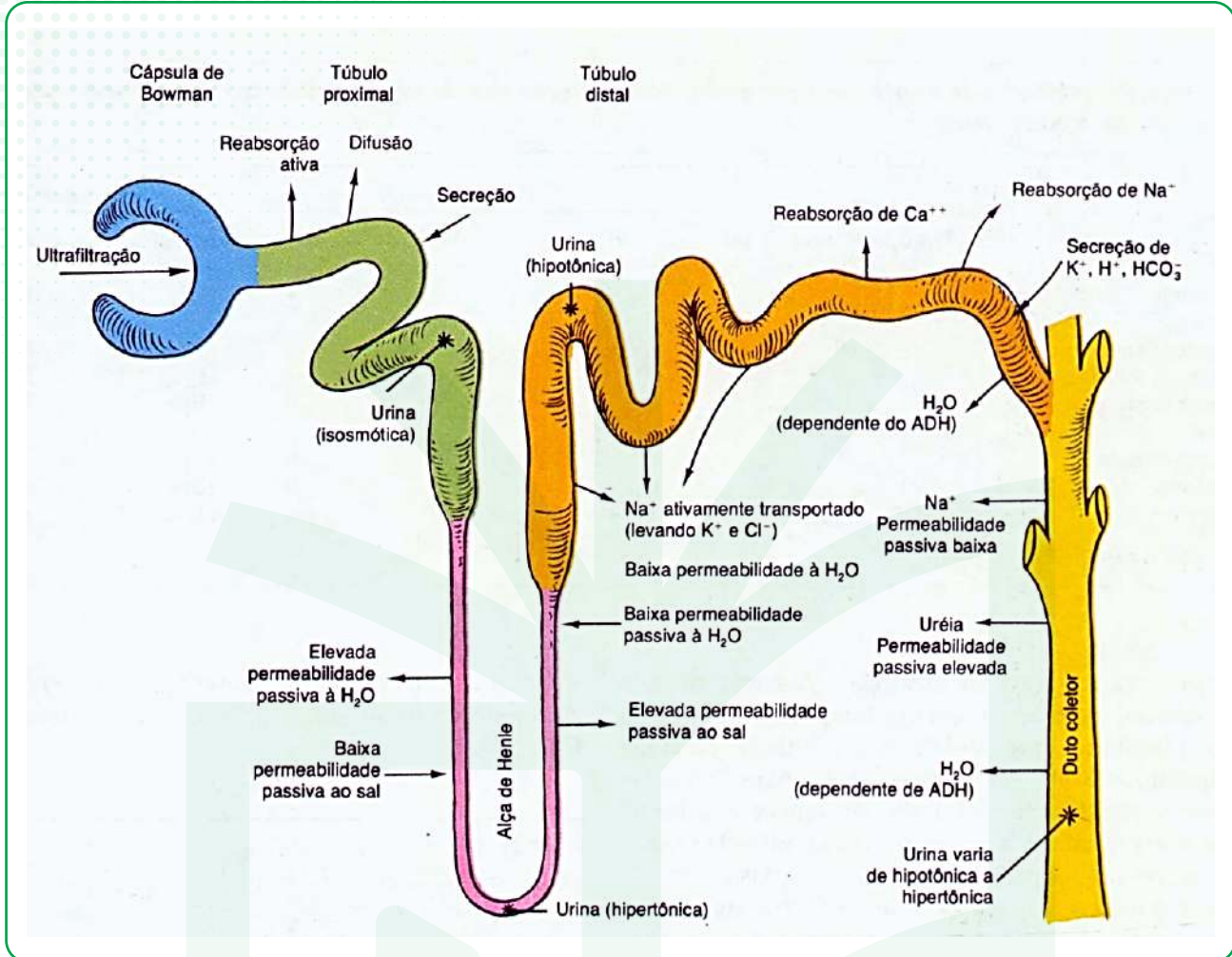
#### Lembre-se

O volume sanguíneo que passa pelos dois rins humano é de 1.200 mL / minuto



Anote aqui

## OBSERVE A AÇÃO FUNCIONAL DO NÉFRON E AS REGIÕES ONDE OCORREM OS PROCESSOS DE REABSORÇÃO



Após esses três processos, está formada a urina.

### Composição da Urina:

- Água;
- Eletrólitos;
- Uréia;
- Amônia;
- Ácido úrico.

## O CONTROLE DA MICÇÃO URINÁRIA (ATO DE FAZER O FAMOSO XIXÍ)

Usaremos o sistema excretório de humanos como exemplo de sistema excretor de mamíferos. Os humanos possuem dois rins na região pósterio superior da cavidade abdominal. Cada rim filtra sangue, processa o filtrado na forma de urina, liberando essa urina em um ducto chamado ureter. O ureter de cada rim conduz para a bexiga urinária, onde a urina é estocada até ser excretada através da uretra, um tubo curto que se abre na porção externa do corpo. Dois esfíncteres musculares envolvem a base da uretra controlando o momento de urinar. Um destes esfíncteres constitui-se de músculo liso e é controlado pelo sistema nervoso autônomo. Quando a bexiga urinária fica cheia,

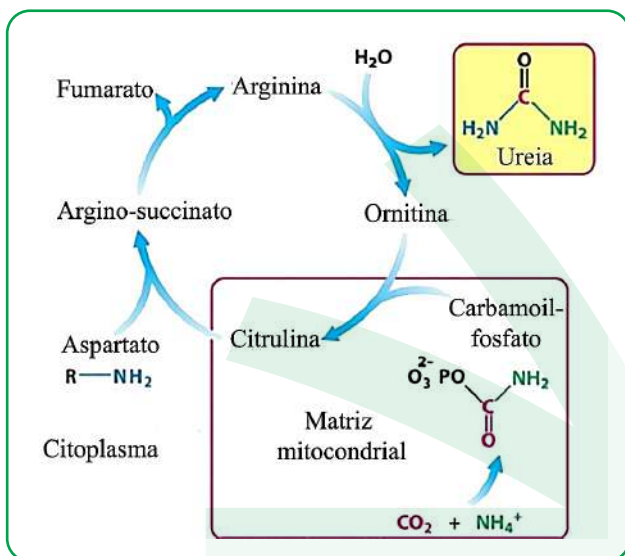
receptores de estiramento, localizados na parede da bexiga, disparam um reflexo espinhal que relaxa este esfíncter. Este reflexo é o único controle da micção em crianças. O outro esfíncter é feito de músculo esquelético e controlado pelo sistema nervoso voluntário. Quando a bexiga urinária fica muito cheia, somente o controle voluntário impede a micção. O treinamento leva ao controle desse esfíncter em crianças.

## O CICLO DA ORNITINA PARA NEUTRALIZAÇÃO DA AMÔNIA:

Os aminoácidos que não são utilizados na síntese proteica são transformados, para fornecer parte da energia utilizada pelo organismo. Esse processo envolve a perda do grupo  $\text{NH}_2$ . Os grupos



$\text{NH}_2$  reagem formando amônia. No fígado, a maior parte da amônia dá origem a um composto menos tóxico, a ureia; desse modo, nos animais ureotélicos, a ureia é produzida principalmente no fígado, a partir dos resíduos metabólicos de amônia e de carbono. A ureogênese dá-se da seguinte maneira: uma molécula de amônia e uma de  $\text{CO}_2$  combinam-se com a ornitina, originando outro aminoácido, a citrulina. Este aminoácido se combina com uma molécula de ácido aspártico (uma segunda molécula de amônia e consumida na produção do ácido aspártico), formando a arginina, que reage com água, dando ureia e ornitina. Note que temos aqui um mecanismo cíclico, que se denomina ciclo da ornitina.

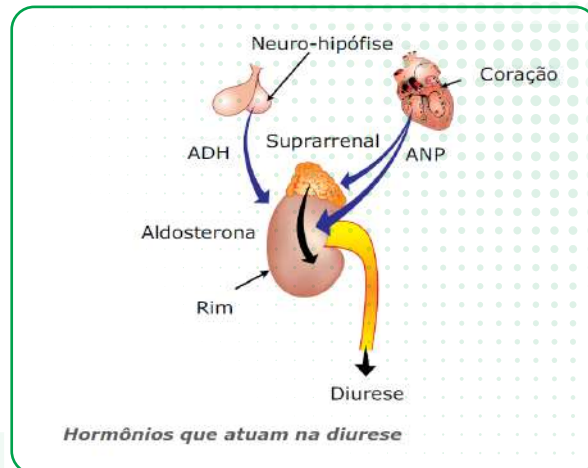


Fonte: blog.dietbox

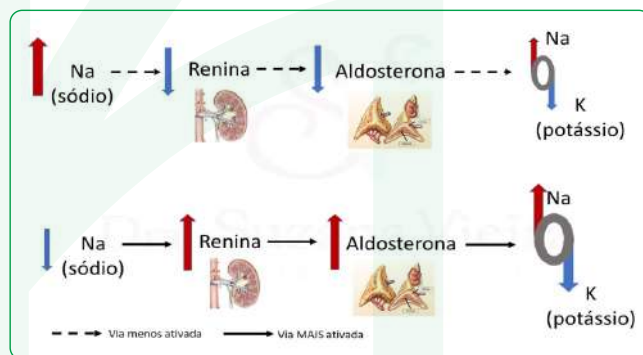
## REGULAÇÃO DA FUNÇÃO RENAL

A regulação da função renal relaciona-se basicamente com a regulação da quantidade de líquidos do corpo. Havendo necessidade de reter água no interior do corpo, a urina fica mais concentrada, em função da maior reabsorção de água; havendo excesso de água no corpo, a urina fica menos concentrada, em função da menor reabsorção de água.

O principal agente fisiológico regulador do equilíbrio hídrico no corpo humano é o **hormônio ADH** (antidiurético), produzido no hipotálamo e armazenado na hipófise. Esse hormônio passa para o sangue, indo atuar sobre os túbulos distais dos néfrons e sobre os tubos coletores, tornando as células dos túbulos mais permeáveis à água. Consequentemente, há maior retenção de água no corpo. Caso contrário, quando a concentração do plasma é baixa (muita água), há inibição da produção do ADH e, consequentemente, menor absorção de água nos túbulos distais e túbulos coletores, possibilitando a excreção do excesso de água. A urina fica, assim, mais diluída. Certas substâncias, como é o caso do álcool, inibem a secreção de ADH, aumentando a produção de urina. Por isso, quando se toma bebidas alcoólicas, a produção de urina é mais abundante.



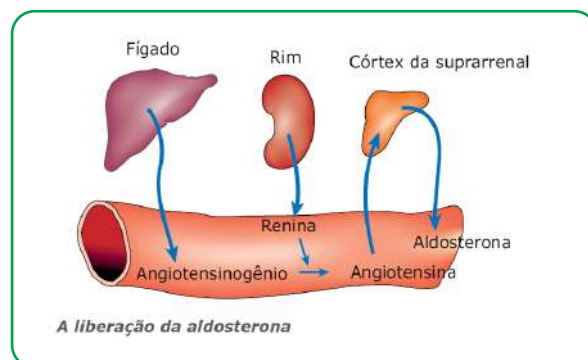
Além do ADH, outro hormônio importante para o equilíbrio de água e sais no corpo é a **aldosterona**. Esse hormônio é um tipo de esteroide produzido na camada externa das glândulas supra-renais. A função principal da aldosterona é controlar as concentrações de sódio e potássio no organismo.



Fonte: Dra.Suzanavieira

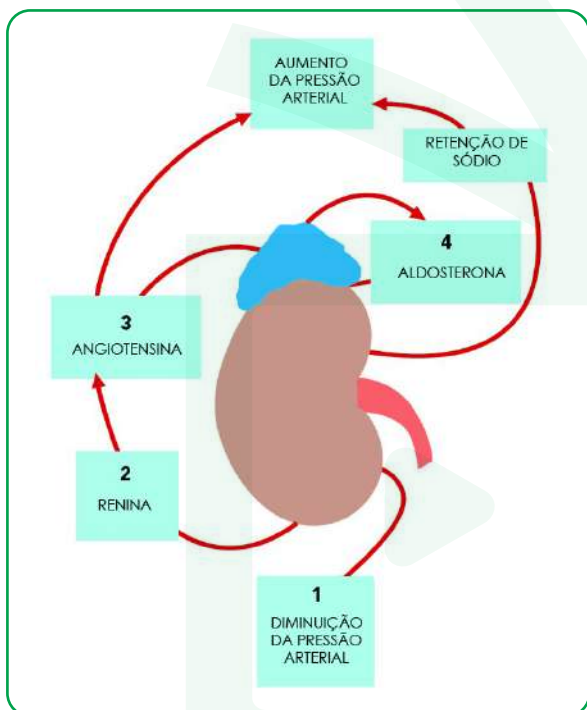
Quando a aldosterona é liberada, ela age principalmente na parte inicial de um tubo pequeno nos rins, chamado túbulo contorcido distal. Lá, ela aumenta a taxa de reabsorção ativa de sódio, o que ajuda a corrigir níveis baixos de sódio no sangue. A entrada de sódio de volta para a corrente sanguínea também promove a saída de água por osmose, ajudando a ajustar a quantidade de água no sangue. Isso é como o corpo regula os níveis de sódio e água para mantê-los equilibrados.

Além disso, a aldosterona também influencia a secreção ativa de potássio na mesma região dos rins. Isso é importante para corrigir altos níveis de potássio no sangue, ajudando a eliminá-lo na urina.



► **FATOR NATRIURÉTICO ATRIAL:** Recentemente, descobriu-se que os átrios, as câmaras do coração que recebem o sangue de volta do corpo, produzem um hormônio chamado fator natriurético atrial (FNA) em resposta ao aumento da pressão sanguínea dentro deles. Esse hormônio tem diversos efeitos importantes no corpo. Um deles é provocar a dilatação das pequenas artérias que levam o sangue aos néfrons nos rins. Isso resulta em um considerável aumento da pressão nos capilares dos glomérulos, que são estruturas onde ocorre a primeira filtragem do sangue nos rins. Como resultado, mais sangue é filtrado nos glomérulos e mais urina é produzida. A maior eliminação de água através da urina ajuda a reduzir a pressão arterial. Além disso, o FNA também aumenta a perda de sódio e água pela urina. Isso contribui novamente para o aumento do volume urinário e para a diminuição da pressão sanguínea.

► **SISTEMA RENINA - ANGIOTENSINA- ALDOSTERONA:** Quando a pressão sanguínea está baixa, a pressão nos glomérulos dos rins também diminui, o que resulta em uma produção menor de filtrado glomerular.



Fonte: lh6.ggpht.com

As células da **mácula densa** nos rins percebem essa diminuição na produção de filtrado. Esse processo leva à liberação de **renina** pelas **células justaglomerulares**. A **renina** age sobre uma proteína chamada **angiotensinogênio** no sangue, que é produzida pelo fígado. Esse processo resulta na formação de **angiotensina I**. Essa angiotensina I viaja pelo sangue até os pulmões, onde, através da ação da enzima **conversora de angiotensina (ECA)**, é convertida em **angiotensina II**. A angiotensina II tem dois principais efeitos: ela causa a **constrição das arteríolas eferentes** dos glomérulos nos rins, o que ajuda a **aumentar a pressão** dentro deles. Além disso, a angiotensina II atua no córtex das glândulas suprarrenais, estimulando a liberação de aldosterona.

A aldosterona age nos rins para aumentar a reabsorção de sódio, um processo que requer energia (ativo), e consequentemente, de água por osmose. Isso aumenta o volume de água no sangue, o que por sua vez eleva a pressão arterial, revertendo o quadro anterior de pressão arterial baixa. Esses processos são fundamentais para o controle da pressão arterial e do equilíbrio de líquidos no corpo, ajudando a garantir que o organismo funcione de maneira adequada.



**Anote aqui**





*Estamos juntos nessa!*



CURSO  
**FERNANDA PESSOA**  
ONLINE

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS.