



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
FLUMINENSE



**Fisiologia Humana: Sistemas**

# Biologia

Professor: **Gregório Kappaun Rocha**

Contato: [gregkappaun@gmail.com](mailto:gregkappaun@gmail.com) / [gregorio.rocha@iff.edu.br](mailto:gregorio.rocha@iff.edu.br)



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
FLUMINENSE

# Biologia

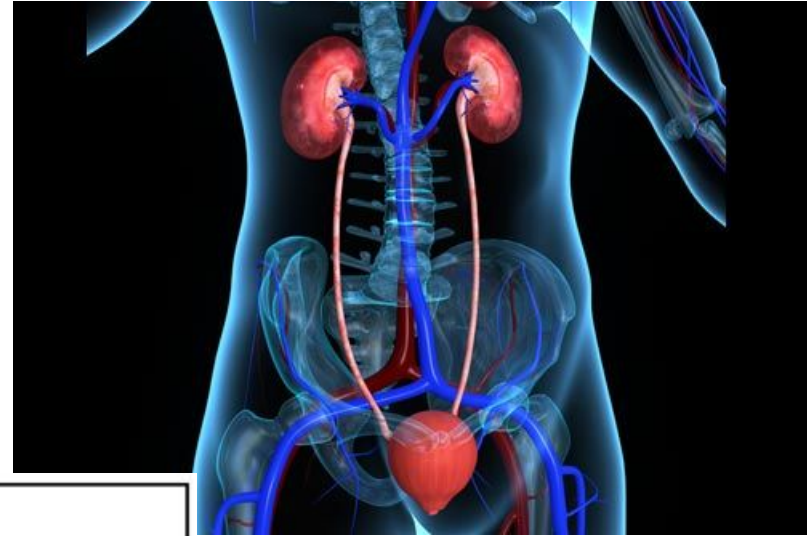


## Fisiologia Humana: Sistema Excretor Urinário

Professor: Gregório Kappaun Rocha

# Sistema Excretor Urinário: Funções

- ?



# Sistema Excretor Urinário: Funções

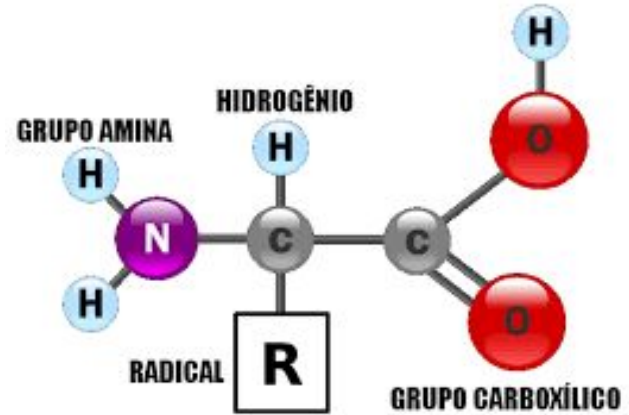
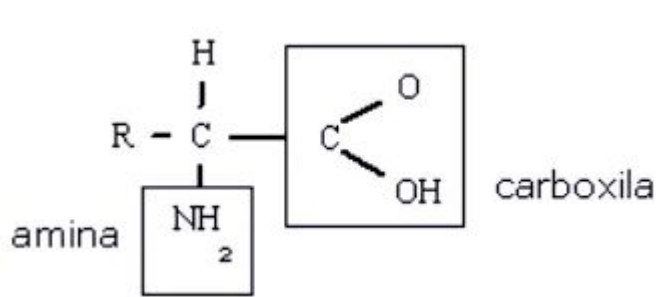
- **Filtrar o sangue!**
  - Controlar a quantidade de **água e sais minerais**. Diretamente relacionado ao controle da pressão arterial!
  - Retirar **excretas nitrogenadas** do sangue;
  - Retirar substâncias **tóxicas e substâncias em excesso** do sangue;
  - Controlar o **pH** sanguíneo;
  - Formar a **Urina**!



# Excretas Nitrogenadas

Substâncias tóxicas geradas nos seguintes processos:

- Principalmente, na degradação de aminoácidos no **metabolismo das proteínas**.



- Ainda, no **metabolismo das Bases Nitrogenadas**. As purinas (A e G) e as pirimidinas (C, T e U) são degradadas formando ácido úrico e ureia, respectivamente.
- Exemplos de excretas nitrogenadas: Amônia, Ureia e Ácido Úrico.

# Excretas Nitrogenadas --> Disponibilidade de Água

| CARACTERÍSTICAS    | AMÔNIA | URÉIA | ÁCIDO ÚRICO |
|--------------------|--------|-------|-------------|
| TOXICIDADE         |        |       |             |
| SOLUBILIDADE       |        |       |             |
| PRINCIPAL AMBIENTE |        |       |             |
| REPRESENTANTES     |        |       |             |

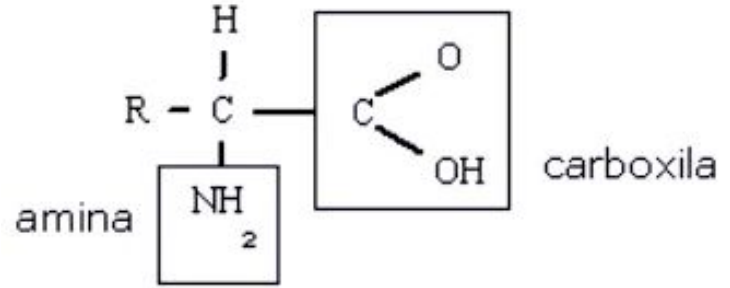


# Excretas Nitrogenadas --> Disponibilidade de Água

| CARACTERÍSTICAS    | AMÔNIA                                                                                                                                    | URÉIA                                                                                                                                 | ÁCIDO ÚRICO                                                                                                        |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TOXICIDADE         | Alta                                                                                                                                      | Moderada                                                                                                                              | Baixa                                                                                                              |
| SOLUBILIDADE       | Alta                                                                                                                                      | Moderada                                                                                                                              | Baixa                                                                                                              |
| PRINCIPAL AMBIENTE | Aquático                                                                                                                                  | Terrestre úmido                                                                                                                       | Terrestre seco                                                                                                     |
| REPRESENTANTES     | Peixes ósseos,<br>Invertebrados<br>(exceto insetos)<br> | Peixes cartilaginosos<br>Mamíferos<br>anfíbios<br> | Insetos<br>Répteis<br>Aves<br> |

# Formação da Ureia

1. **Origem: degradação de aminoácidos (Proteínas).** Libera um grupamento **Amina (NH<sub>2</sub>)**, que resultará em excretas nitrogenadas.



2. Livre, a **Amina** será convertida em íon **Amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)**, que possui **alta toxicidade** e não pode ser acumulada no sangue.
3. O **Amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)** é, então, convertido no fígado em **Ureia**, que é **menos tóxica** e pode circular pelo sangue, desde que com níveis controlados.
4. A **Ureia** é captada pelos **rins**, onde será eliminada na urina.



# Formação da Ureia: o Ciclo da Ureia

**Ciclo da Ureia:** via metabólica responsável pela formação de ureia a partir de íons amônio.

Os íons amônios gerados no corpo são direcionados para o **fígado**, para serem convertidos em ureia.

**Local:** principalmente no fígado (mas também ocorre nos rins).

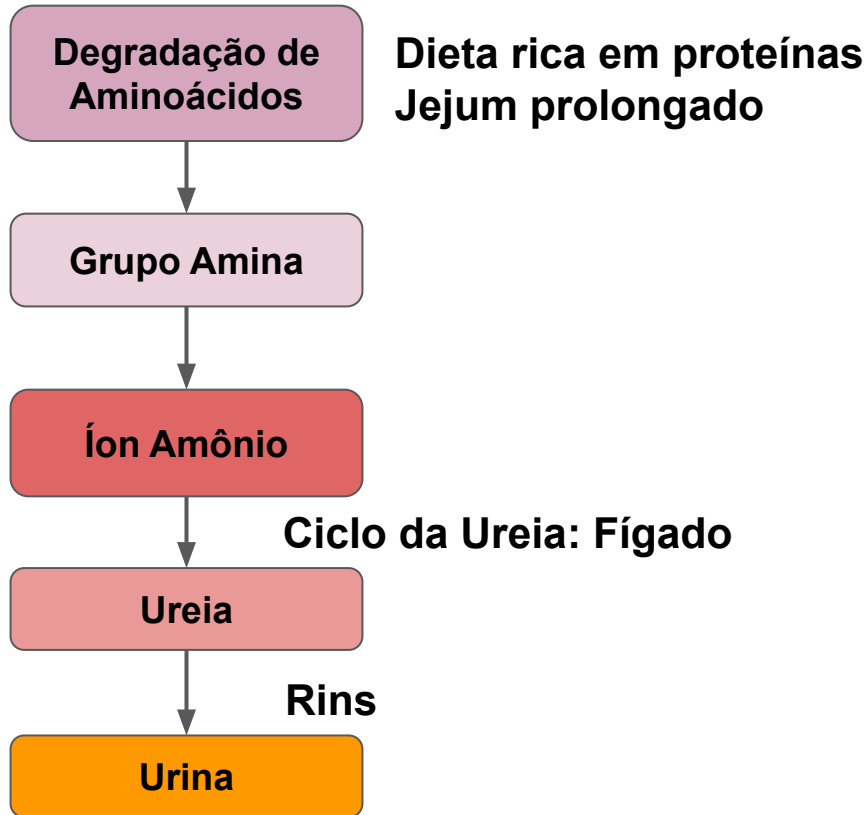
- **Amônio ( $\text{NH}_4^+$ )** é convertido em **Ureia ( $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ )**.

# Formação da Ureia: o Ciclo da Ureia

## O que acelera o Ciclo da Ureia?

- **Dieta com alto teor de proteínas:** neste caso, o excesso de proteínas será degradado e resultará em muitas moléculas de amônia. Logo, **o ciclo da ureia trabalhará muito!** Ex: após um churrasco.
- **Jejum prolongado:** neste caso, a degradação das proteínas dos músculos será intensificada, já que os aminoácidos serão utilizados para produção de ATP e glicose. Resultará em muitas moléculas de amônia. Logo, **o ciclo da ureia trabalhará muito!**

# Ureia na Urina



# Falhas no Ciclo da Ureia: consequências

**Desordens no Ciclo da Ureia:** incapacidade de formar ureia a partir de amônia.

A amônia ao se acumular no sangue chega ao **cérebro** e, por ser altamente tóxica, causa danos irreversíveis, podendo levar ao coma e à morte.

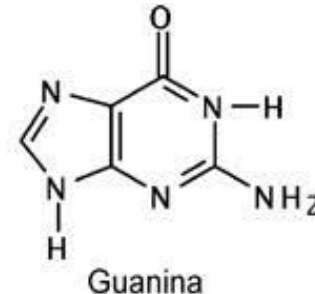
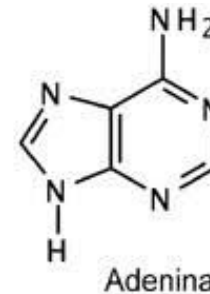
**Exemplo:**

- **Encefalopatia hepática:** substâncias tóxicas normalmente eliminadas pelo fígado se acumulam no sangue e chegam ao cérebro. Causa a deterioração da função cerebral.

Ocorre em pessoas com doença **hepática** grave e/ou com deficiência na produção de **enzimas atuantes no ciclo da ureia**.

# Formação do Ácido Úrico

- Excreta metabólico secundário, sendo um produto do **metabolismo das purinas** (que são as **bases nitrogenadas** Adenina e Guanina, formadoras do DNA e RNA) por ação da enzima xantina oxidase.
- O ácido úrico é excretado para fora de nosso organismo: pelos rins, bile e sucos intestinais.
- Apesar da excreta nitrogenada principal dos mamíferos ser a ureia, o ácido úrico também é um **componente da urina de seres humanos**.



# Formação do Ácido Úrico: Hiperuricemia

- Hiperuricemia: taxa de ácido úrico elevada.
- **Consequências?**



# Formação do Ácido Úrico: Hiperuricemia

- Hiperuricemia: taxa de ácido úrico elevada.

- **Consequências?**

Formação de **cristais de uratos**, semelhantes a agulhinhas, que se depositam em vários locais do corpo, de preferência:

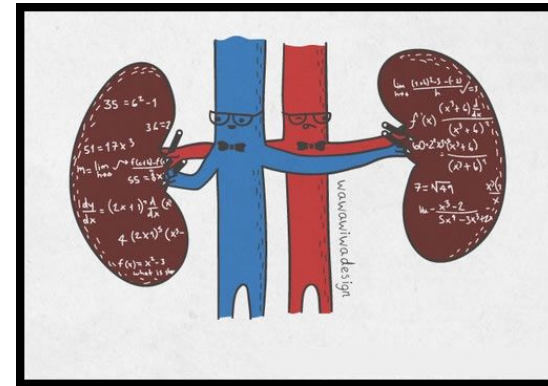
- **Articulações?**
- **Rins ?**

# Formação do Ácido Úrico: Hiperuricemia

- Hiperuricemia: taxa de ácido úrico elevada.
- Consequências?

Formação de **cristais de uratos**, semelhantes a agulhinhas, que se depositam em vários locais do corpo, de preferência:

- **Articulações** (pode causar uma doença conhecida como **Gota**);
- **Rins** (pode causar os **cálculos renais**).



# Formação do Ácido Úrico: GOTA

- **Doença reumatológica** decorrente do **aumento dos níveis de ácido úrico** (hiperuricemia), que passa a se depositar em forma de **cristais de urato** de sódio nas articulações, causando uma crise inflamatória aguda.
- **Distribuição universal**: atinge, principalmente, homens entre 30-40 anos. Nas mulheres, é comum no período pós-menopausa.
- **OBS**: todos os gotosos têm hiperuricemia, mas nem todos os hiperuricêmicos têm gota (~20% apresentam gota).
- **Causas**:
  - Superprodução de ácido úrico (~10% dos casos);
  - Diminuição da excreção urinária de ácido úrico (~90% dos casos).

# GOTA

**Fatores de risco:** Hereditariedade, sobrepeso, doença renal, trauma articular, hipertensão arterial sistêmica, consumo de álcool.

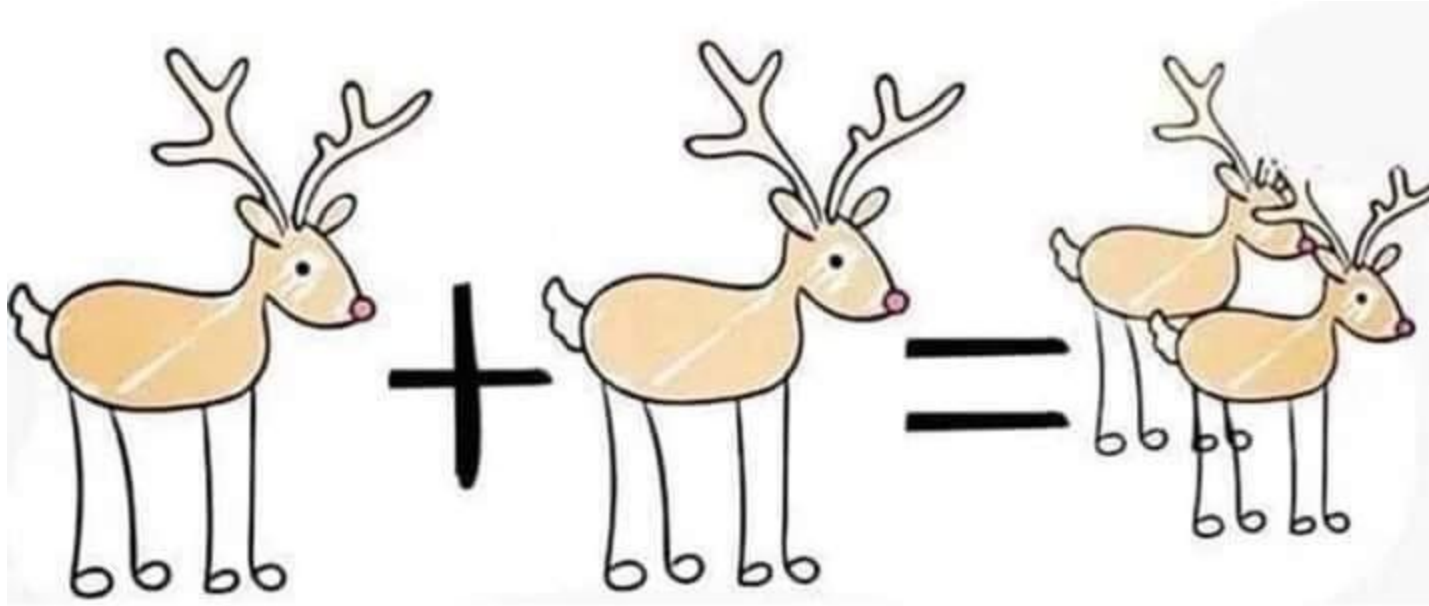
## GOTA

ARTRITE GOTOSA

EROSÕES  
LÍQUIDO SINOVIAL  
CRISTAIS DE  
ÁCIDO ÚRICO  
URATO  
INFLAMAÇÃO  
DA ARTICULAÇÃO



# Pedras nos Rins / Cálculo Renal

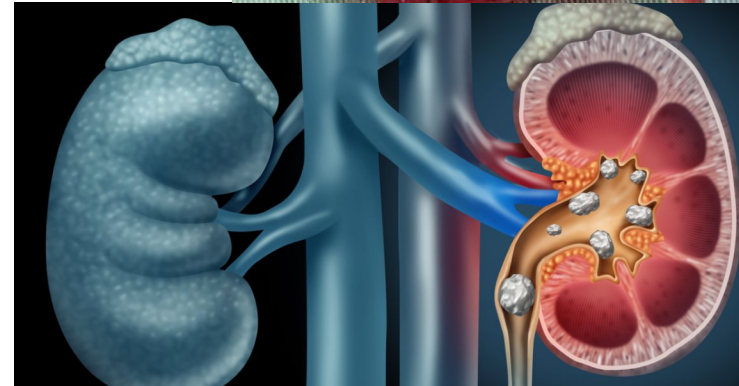
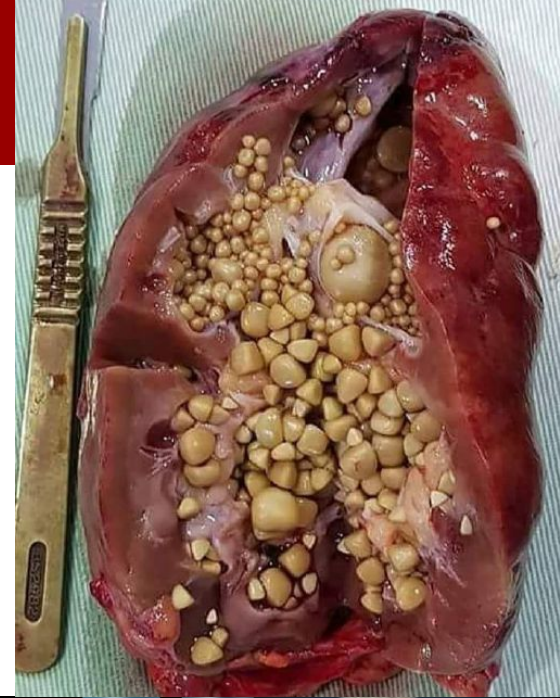


# Pedras nos Rins / Cálculo Renal

Resultantes do **acúmulo de cristais** existentes na urina.

## Causas:

- Volume insuficiente de urina / urina supersaturada de sais;
- Grande quantidade de cálcio e fosfatos na urina;
- Distúrbios metabólicos do ácido úrico;
- Alterações anatômicas.





# Pedras nos Rins

## Sintoma típico:

- Cólica renal: dor lombar aguda, unilateral, que se irradia para a frente do abdômen.



## Como evitar:

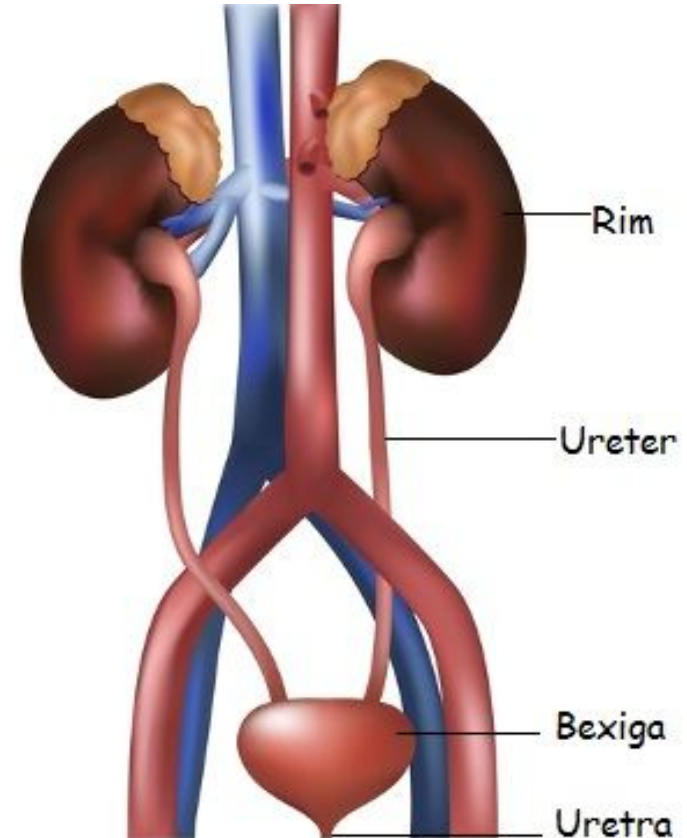
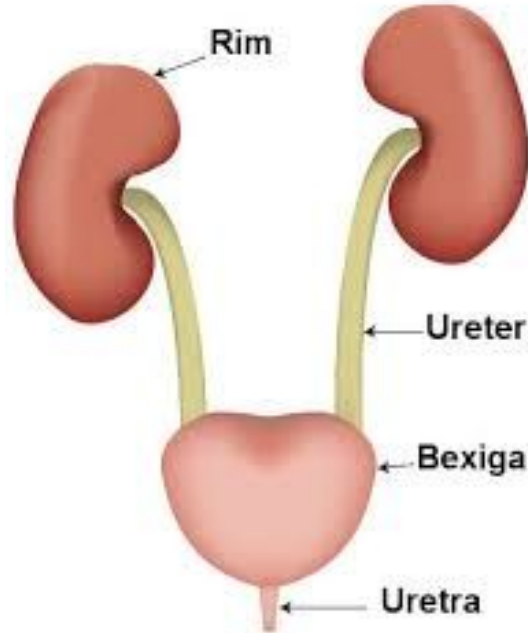
- **Beba muita água** regularmente.

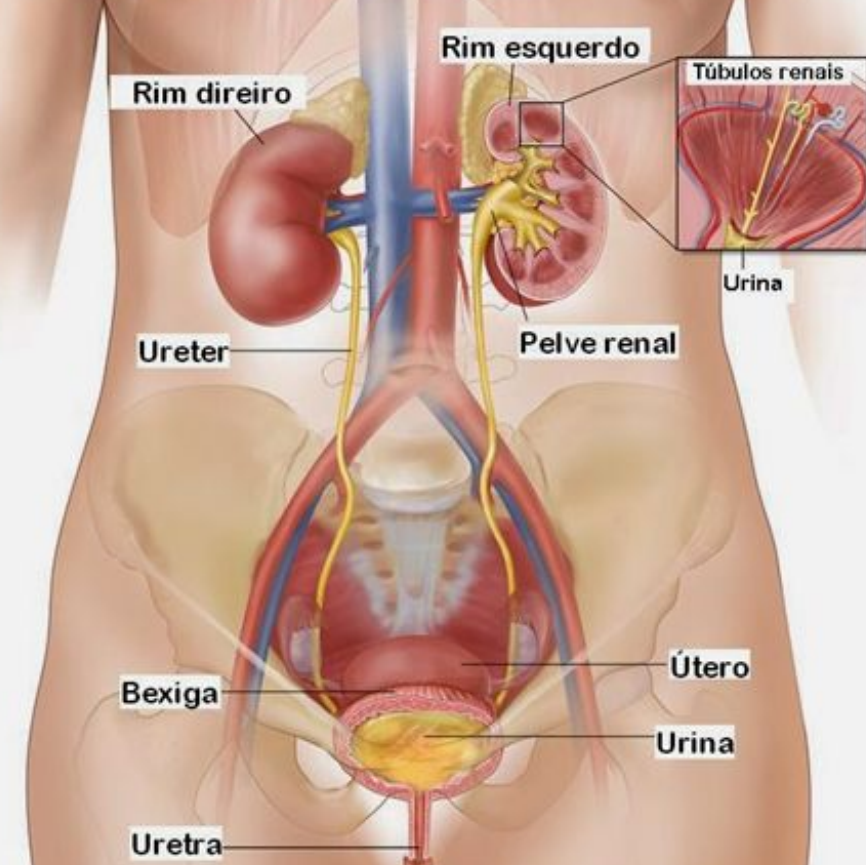
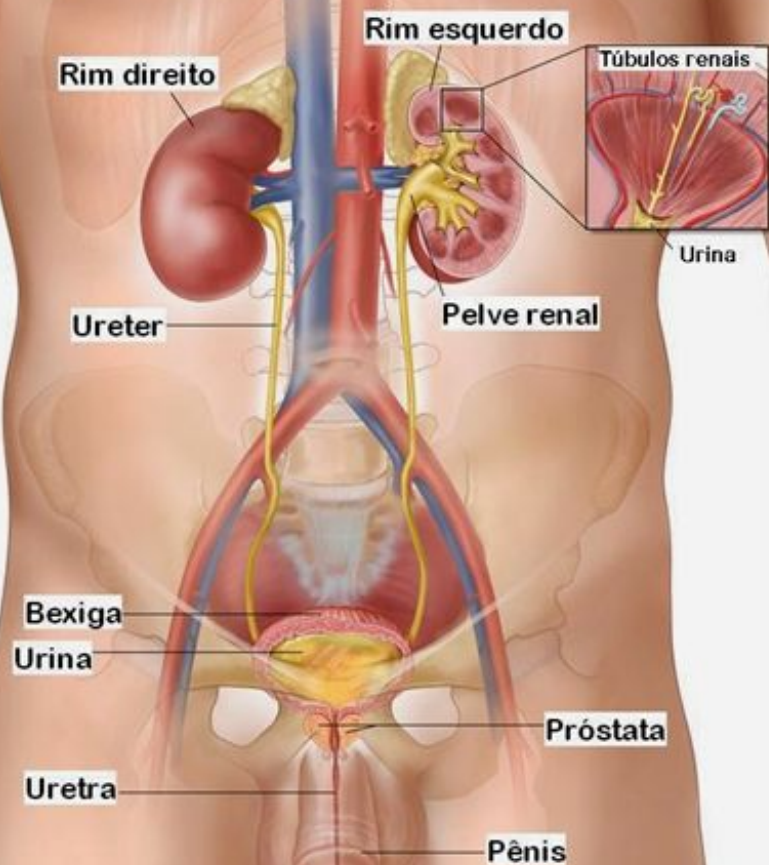
De dois a três litros por dia. Essa é a medida mais importante para prevenir o cálculo renal.



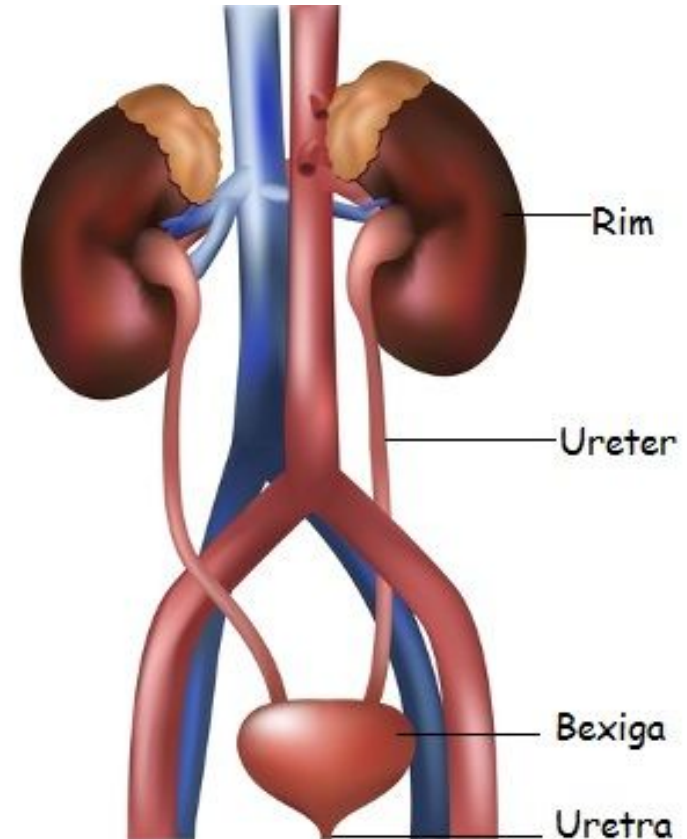
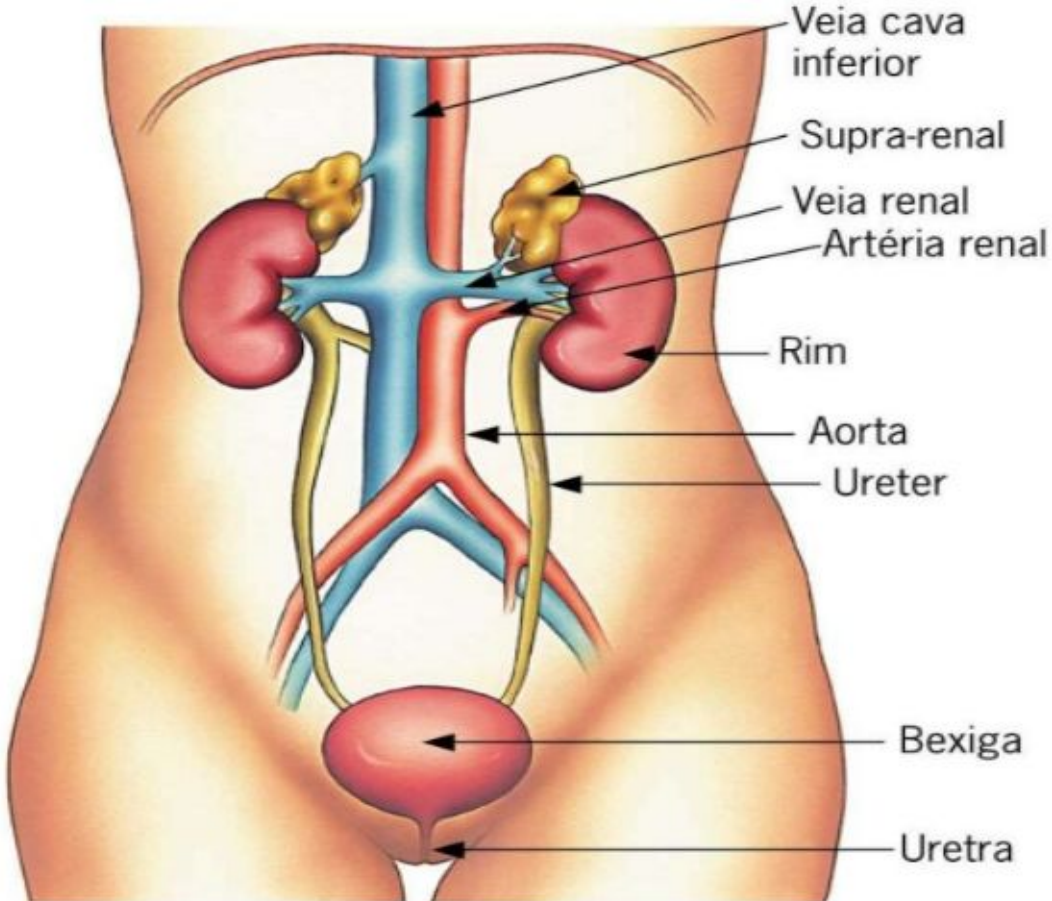
# Anatomia do Sistema Excretor Urinário

- 02 rins
- 02 ureteres
- 01 bexiga
- 01 uretra



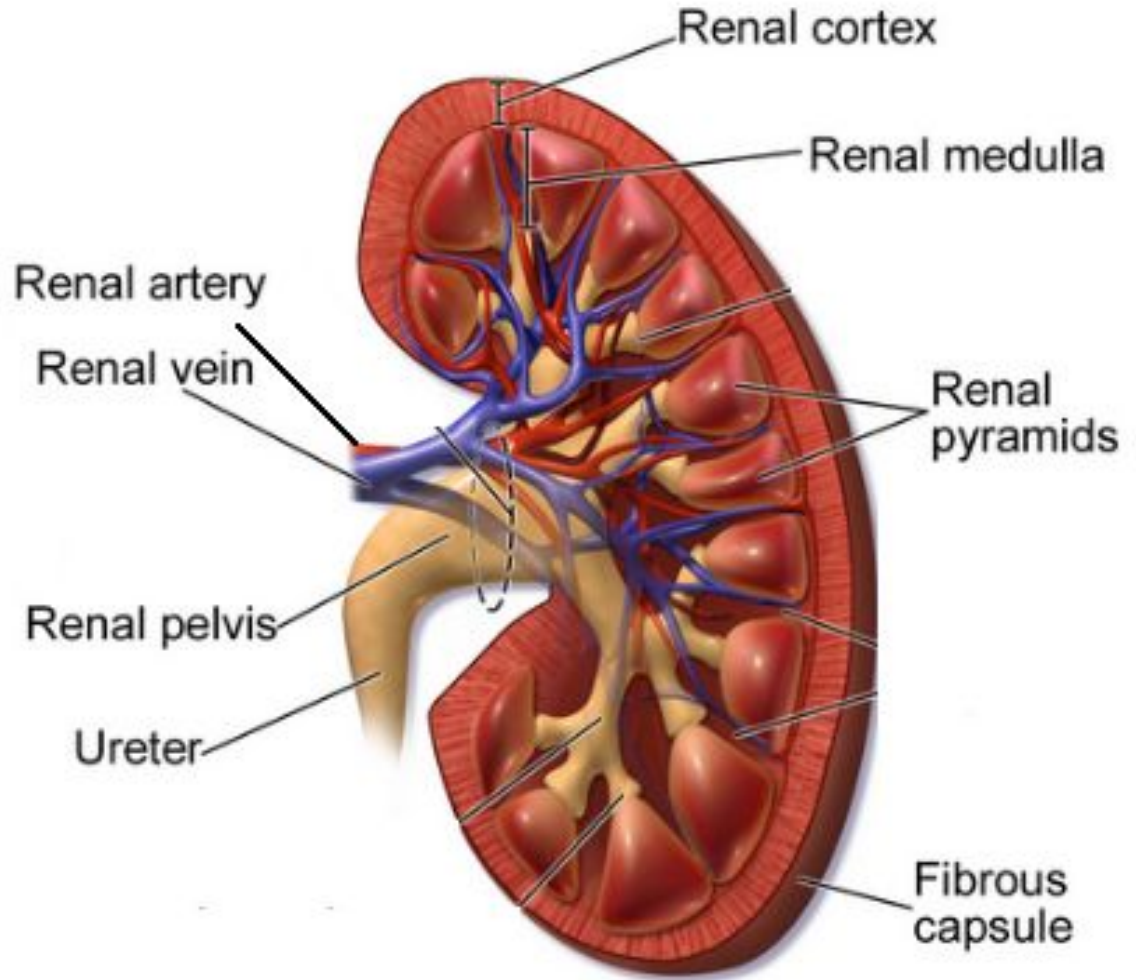
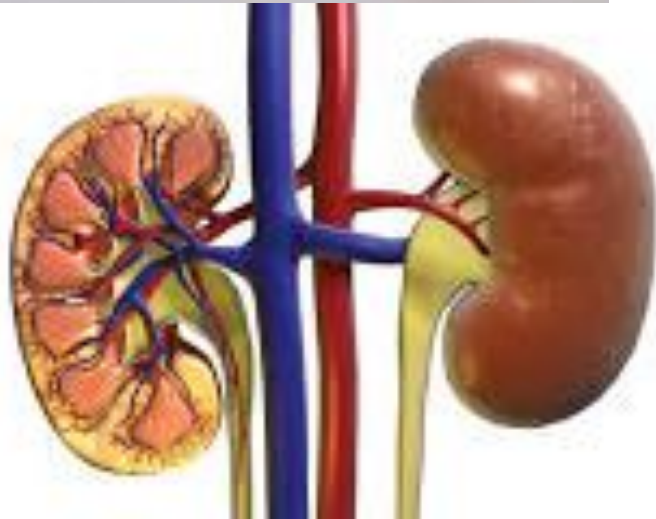


# Sistema Urinário x Sistema Cardiovascular

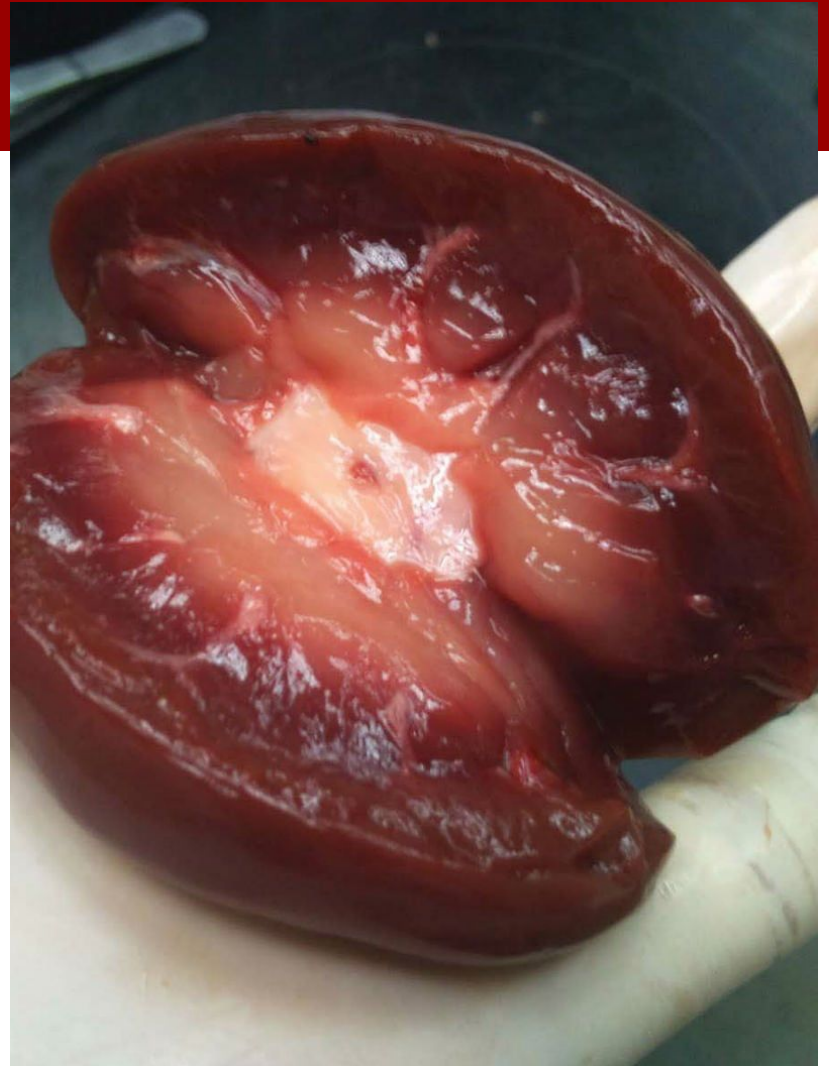




# Anatomy: Rins



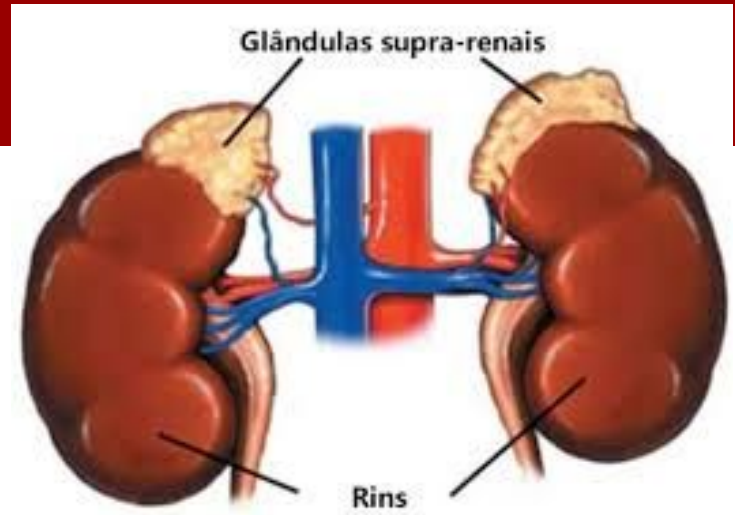
# Anatomia: Rins





# Funções: Rins

- **Filtrar o sangue!**
  - Controlar a quantidade de **água e sais minerais**. Diretamente relacionado ao controle da pressão arterial!
  - Retirar **excretas nitrogenadas** do sangue;
  - Retirar substâncias **tóxicas e substâncias em excesso** do sangue;
  - Controle do **pH** sanguíneo;
  - Formar a **Urina**!



**Órgão excretor e osmorregulador!**

A extremidade superior de cada rim é coberta por uma glândula endócrina, a glândula **suprarrenal** (adrenal).

# Funções: Rins

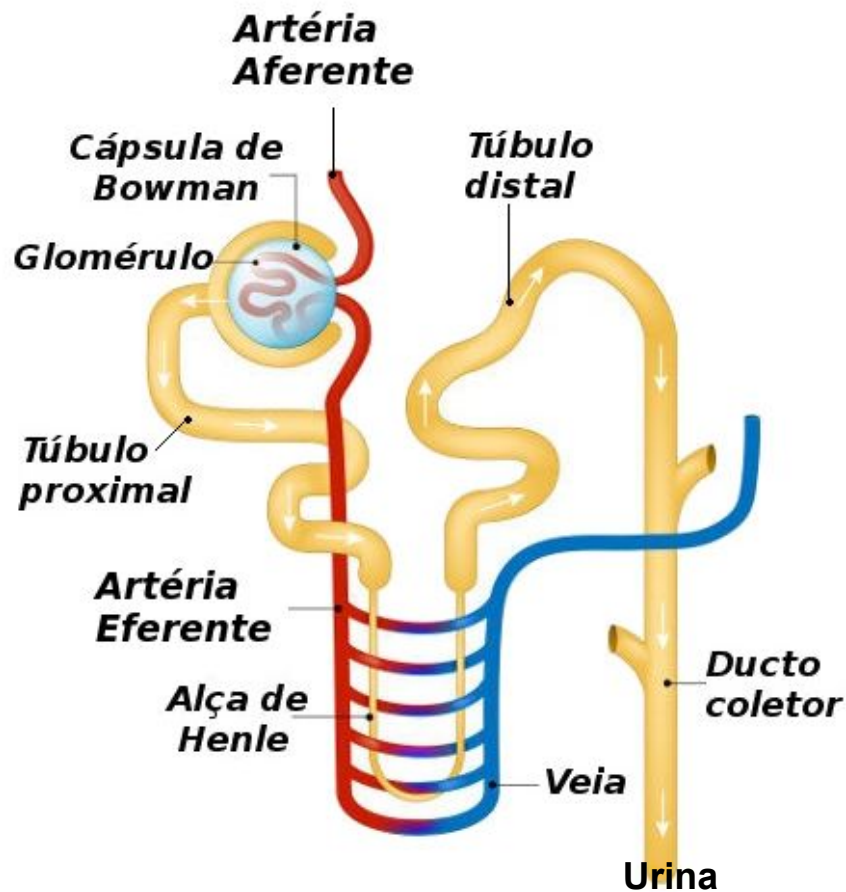
- Eliminar **substâncias tóxicas** endógenas oriundas do metabolismo. Ex: ureia.
- Manter o **equilíbrio de eletrólitos**, tais como:  $\text{N}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ...
- **Regular o pH** sanguíneo;
- Regular a **osmolaridade** e **volume de líquido corporal** eliminando ou retendo água;
- Excreção de **substâncias exógenas**. Ex: medicações e antibióticos;
- Produção de **hormônios**: renina, eritropoietina (estimula a produção de hemácias)...
- Produção de **urina** para exercer as suas funções excretórias.

# Néfron: a unidade funcional dos rins

**Néfron:** estrutura tubular responsável pela filtração do sangue.

Cada rim é formado por mais de **1 milhão de néfrons!**

Especialidade médica: ?

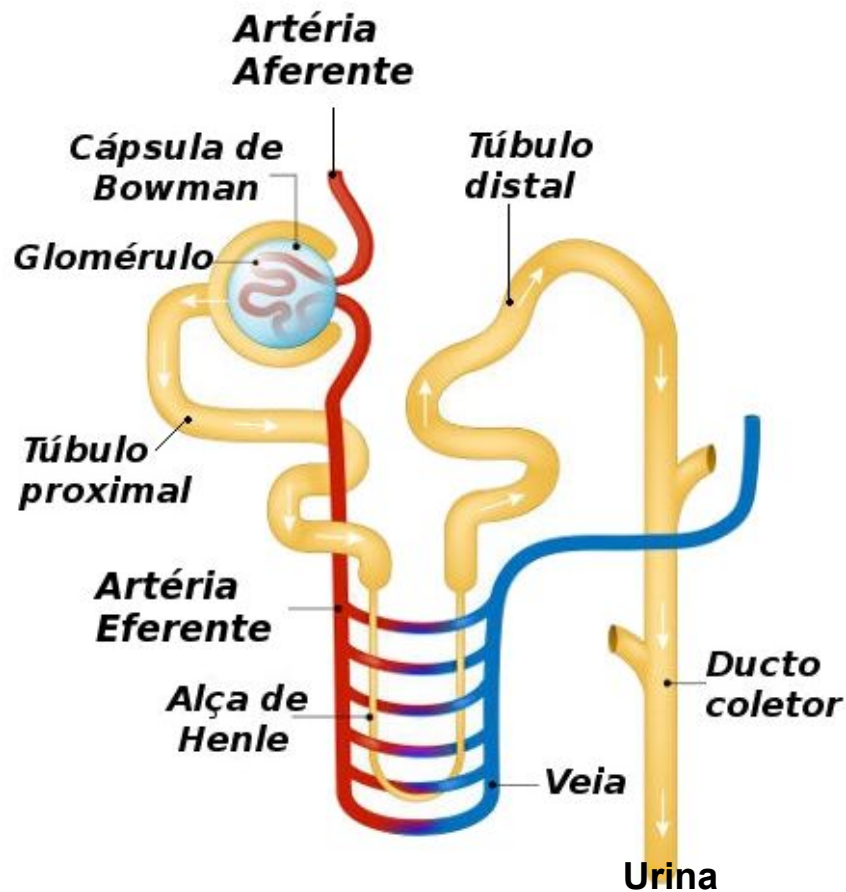


# Néfron: a unidade funcional dos rins

**Néfron**: estrutura tubular responsável pela filtração do sangue.

Cada rim é formado por mais de **1 milhão de néfrons**!

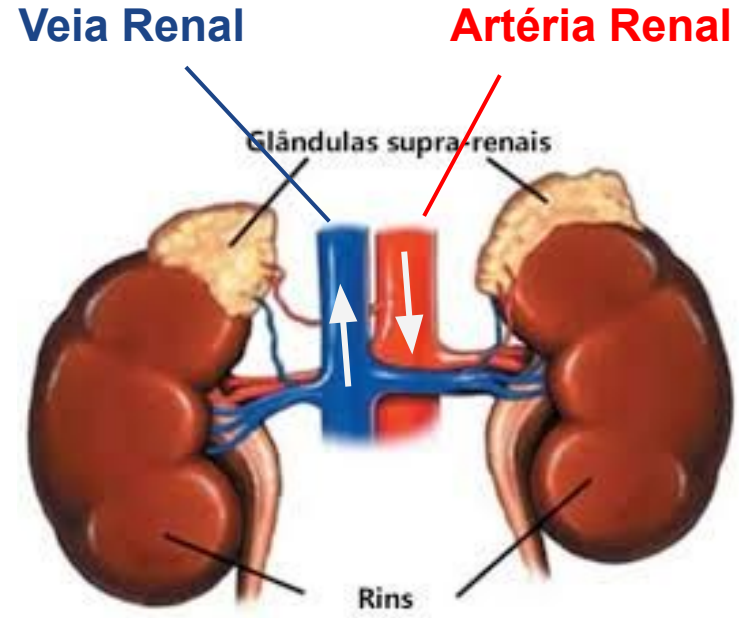
Especialidade médica: **Nefrologia**!



# Néfron: a unidade funcional dos rins

## Vasos Sanguíneos:

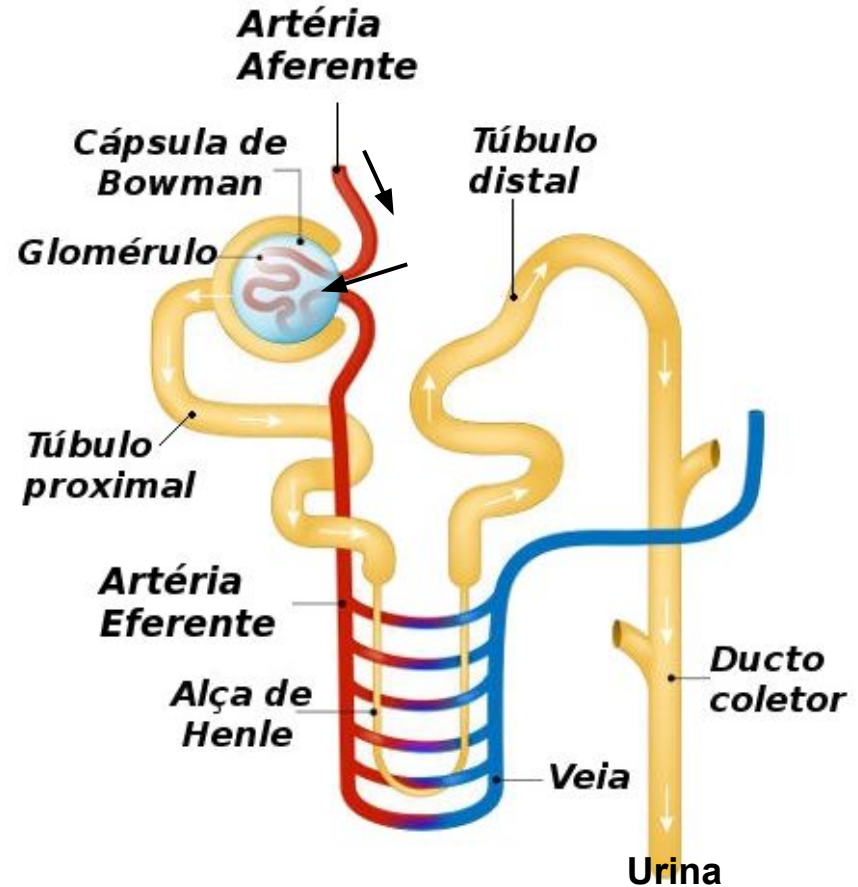
- **Artéria Renal** (ramo da aorta): por onde o sangue chega ao rim.
- **Veia Renal** (ramo da veia cava inferior): por onde o sangue sai do rim.



# Néfron: a unidade funcional dos rins

## Vasos Sanguíneos:

- **Artéria Renal** (ramo da aorta): por onde o sangue chega ao rim.
- Arteríola Aferente: **chega** à Cápsula de Bowman **antes da filtração**.

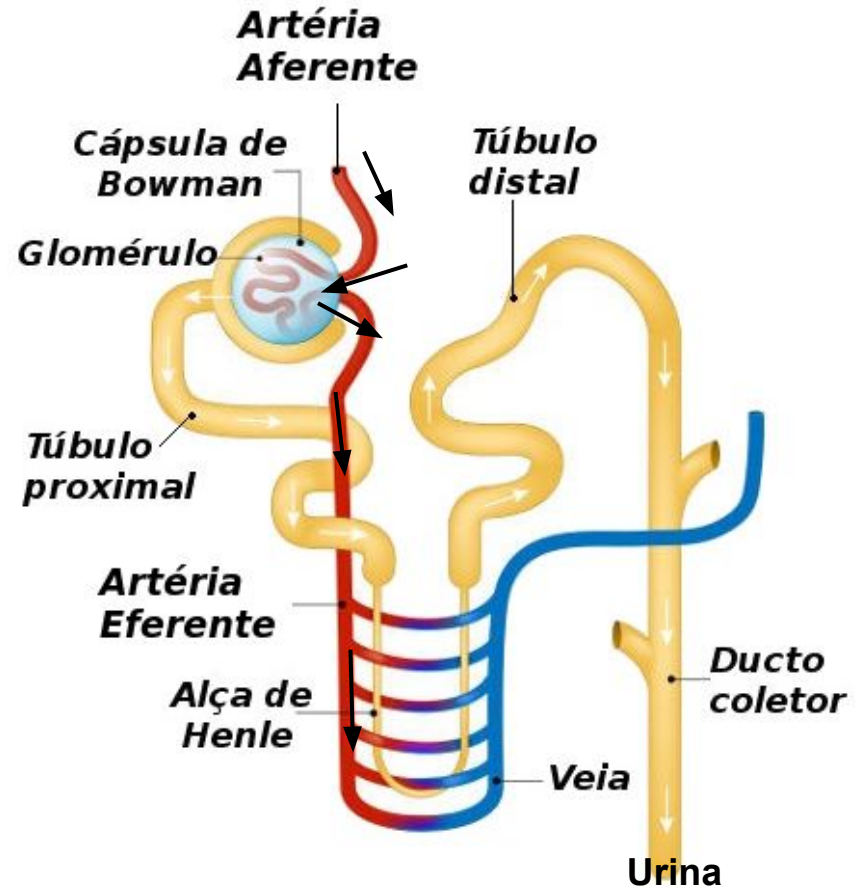




# Néfron: a unidade funcional dos rins

## Vasos Sanguíneos:

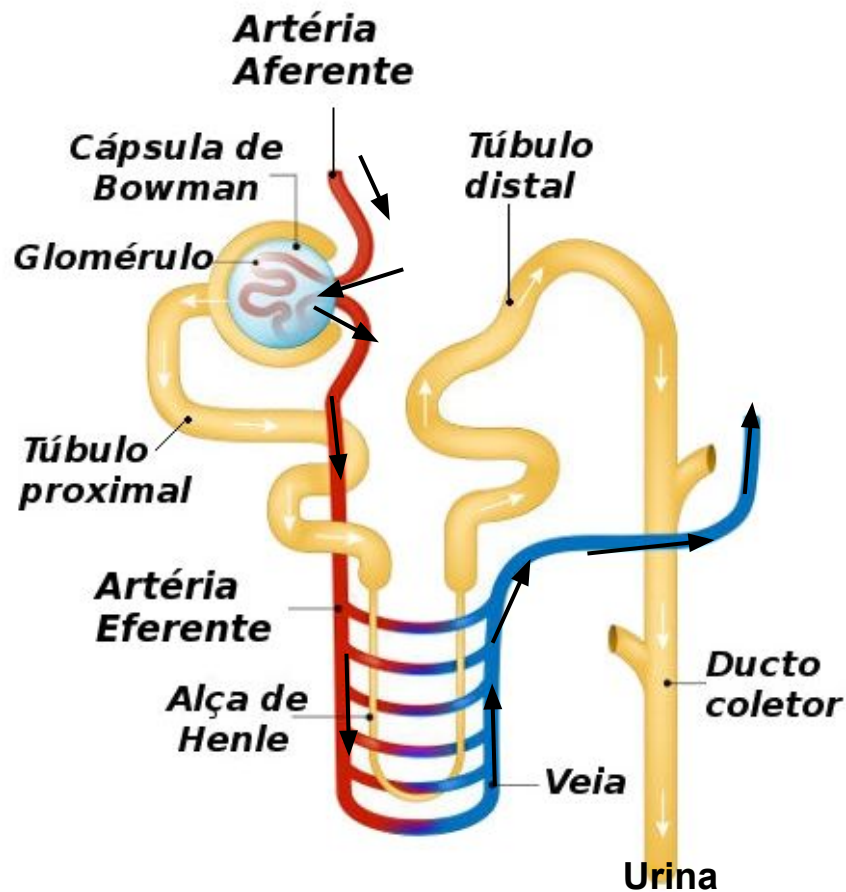
- **Artéria Renal** (ramo da aorta): por onde o sangue chega ao rim.
- Arteríola Aferente: **chega** à Cápsula de Bowman **antes da filtração**.
- Arteríola Eferente: **sai** da Cápsula de Bowman **após a filtração**.



# Néfron: a unidade funcional dos rins

## Vasos Sanguíneos:

- **Artéria Renal** (ramo da aorta): por onde o sangue chega ao rim.
- Arteríola Aferente: **chega** à Cápsula de Bowman **antes da filtração**.
- Arteríola Eferente: **sai** da Cápsula de Bowman **após a filtração**.
- **Veia Renal** (ramo da veia cava inferior): por onde o sangue sai do rim.

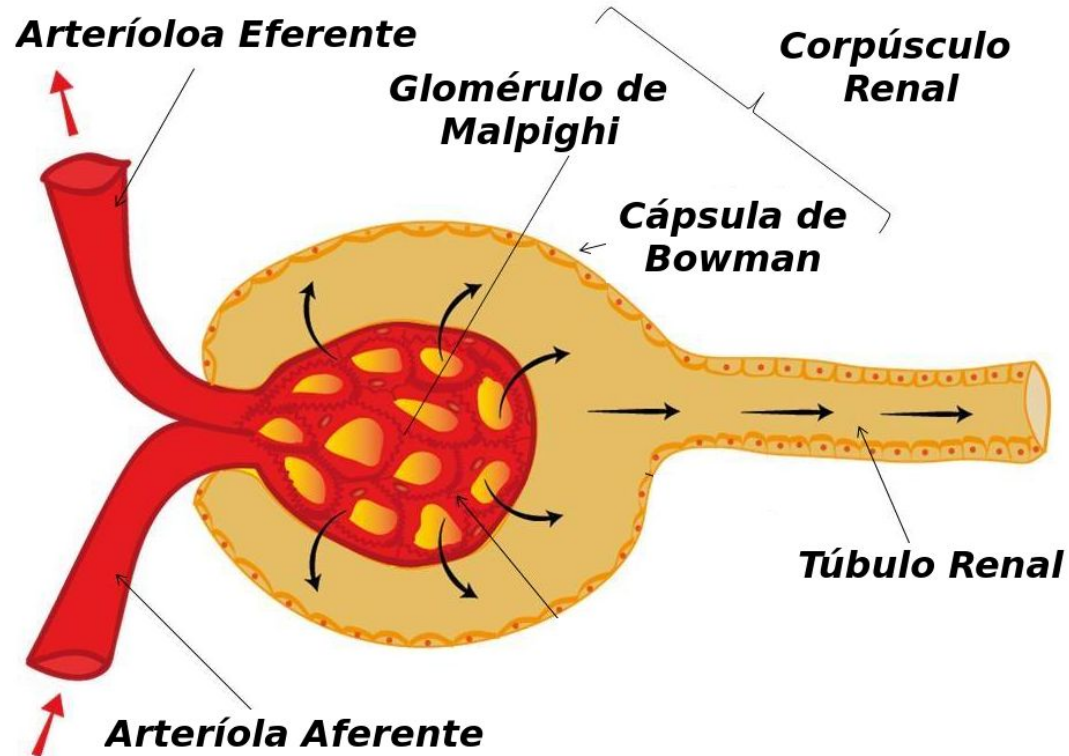


# Néfron: a unidade funcional dos rins

## Cápsula Renal / Cápsula de Bowman:

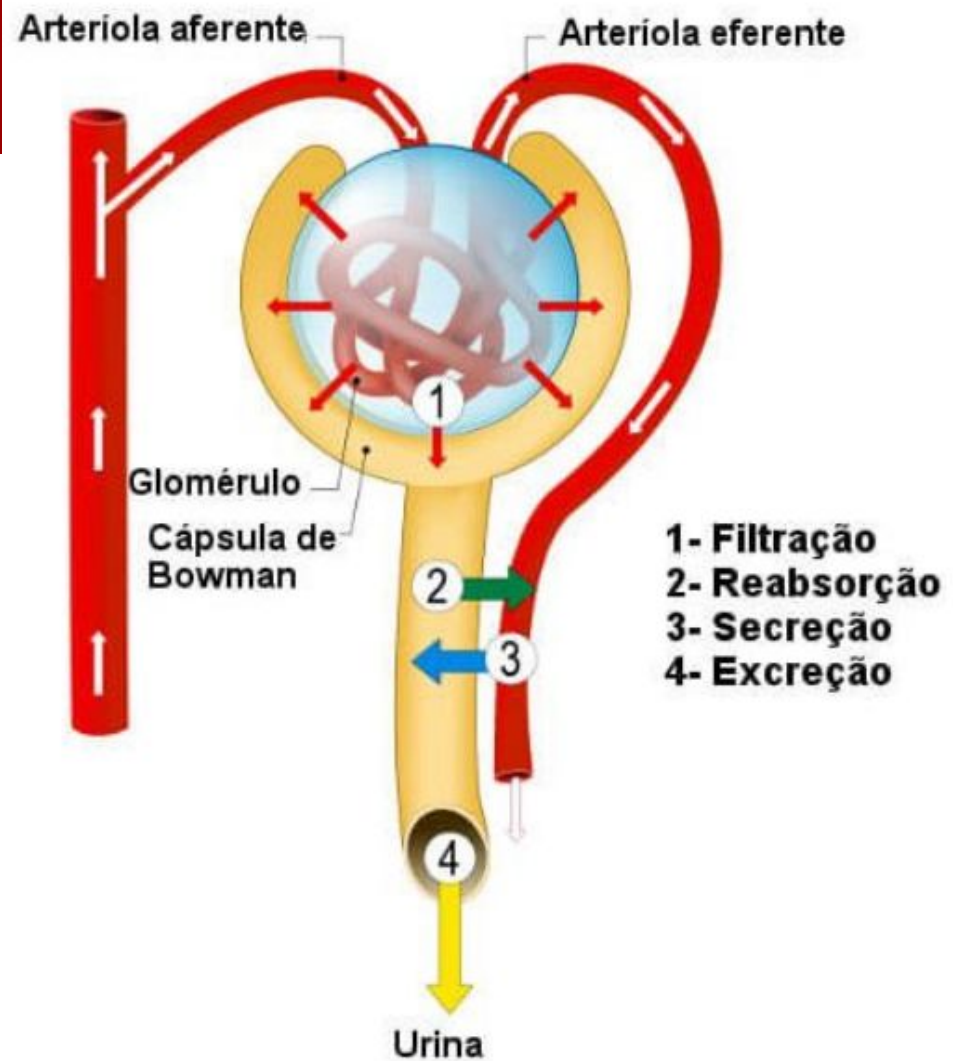
- Região em formato de taça na extremidade do néfron.
- Abriga um **aglomerado de capilares**, chamado de **Glomérulo Renal / Glomérulo de Malpighi**.

Local onde ocorre a **FILTRAÇÃO** do sangue!



# Formação da urina

1. Filtração Glomerular
2. Reabsorção Tubular
3. Secreção Tubular
4. Excreção



# Néfron: processos para a formação da urina

## Filtração Glomerular:

- A alta pressão sanguínea nos capilares do Glomérulo força a saída de fluido sanguíneo para a região da Cápsula de Bowman, “**filtrando-o**”.
- Moléculas grandes como proteínas e células sanguíneas não são filtradas e permanecem no sangue.
- O líquido resultante da filtração (**filtrado glomerular**) tem composição semelhante ao plasma sanguíneo.
- São gerados, diariamente, quase **180 litros de filtrado**! **Alguém urina isso?**  
Não! **Volume de urina diário** médio é de: **1,5 litros**.
- Grande parte retorna para o sangue no processo de **Reabsorção**!

# Néfron: processos para a formação da urina

## Reabsorção Tubular:

- **Retorno** de substâncias do filtrado glomerular para o sangue.
- Ex: **glicose (quase 100%)**, **aminoácidos (quase 100%)**, vitaminas, íons e água.
- Envolve tanto o transporte ativo quanto passivo.
- Ocorre em diferentes regiões do néfron

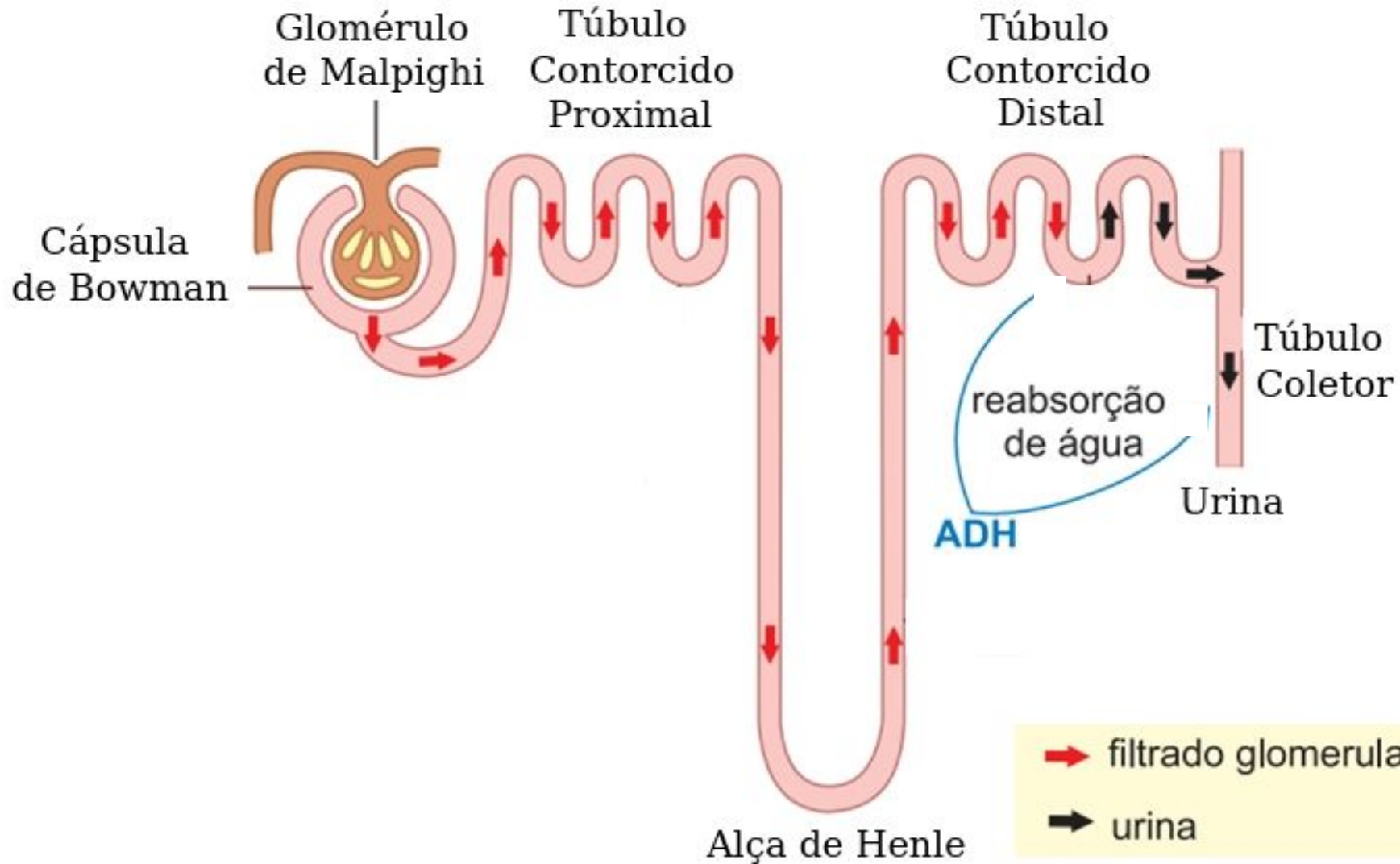
# Néfron: processos para a formação da urina

## Reabsorção Tubular:

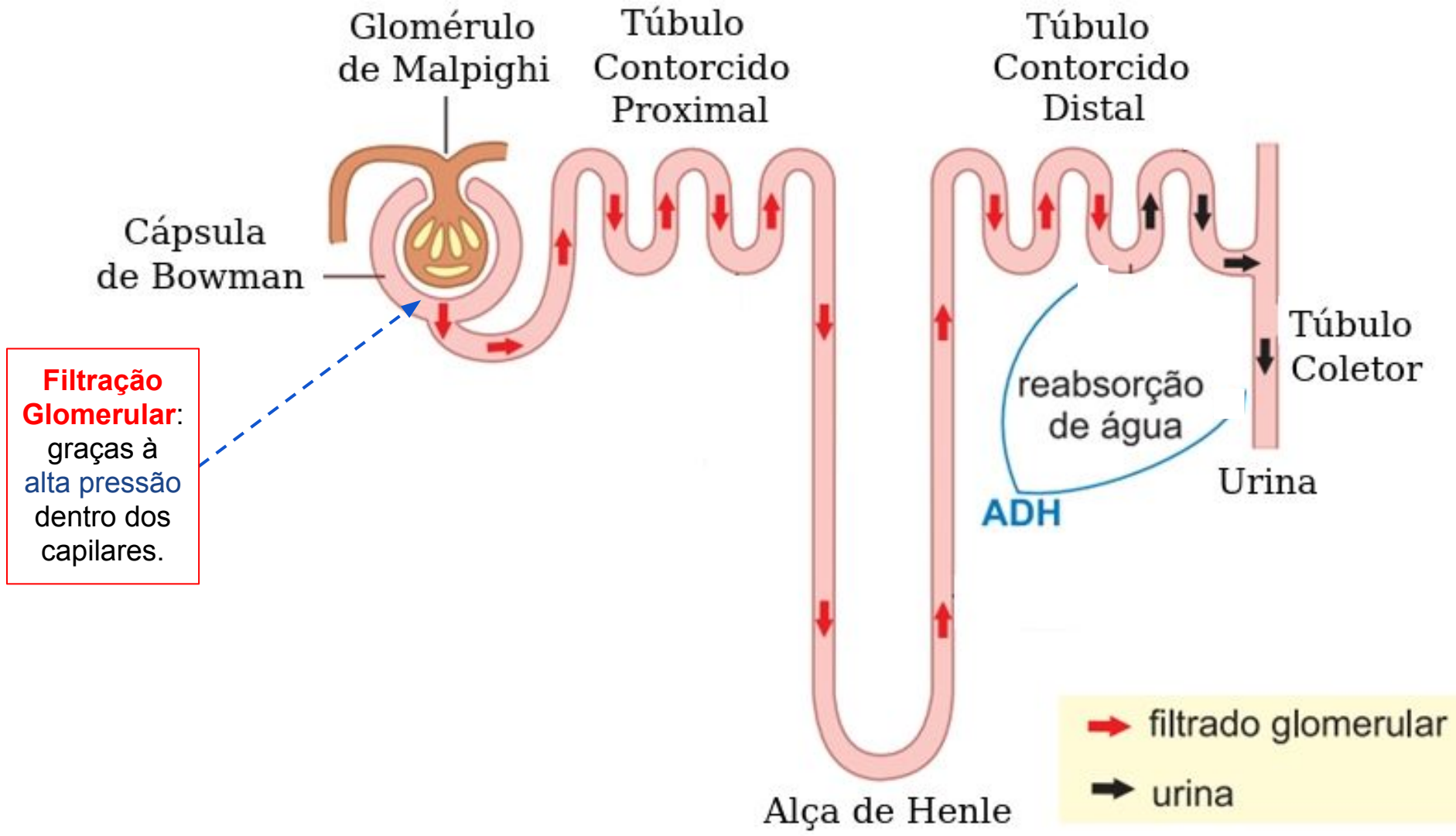
- **Retorno** de substâncias do filtrado glomerular para o sangue.
- Ex: **glicose (quase 100%)**, **aminoácidos (quase 100%)**, vitaminas, íons e água.
- Envolve tanto o transporte ativo quanto passivo.
- Ocorre em diferentes regiões do néfron

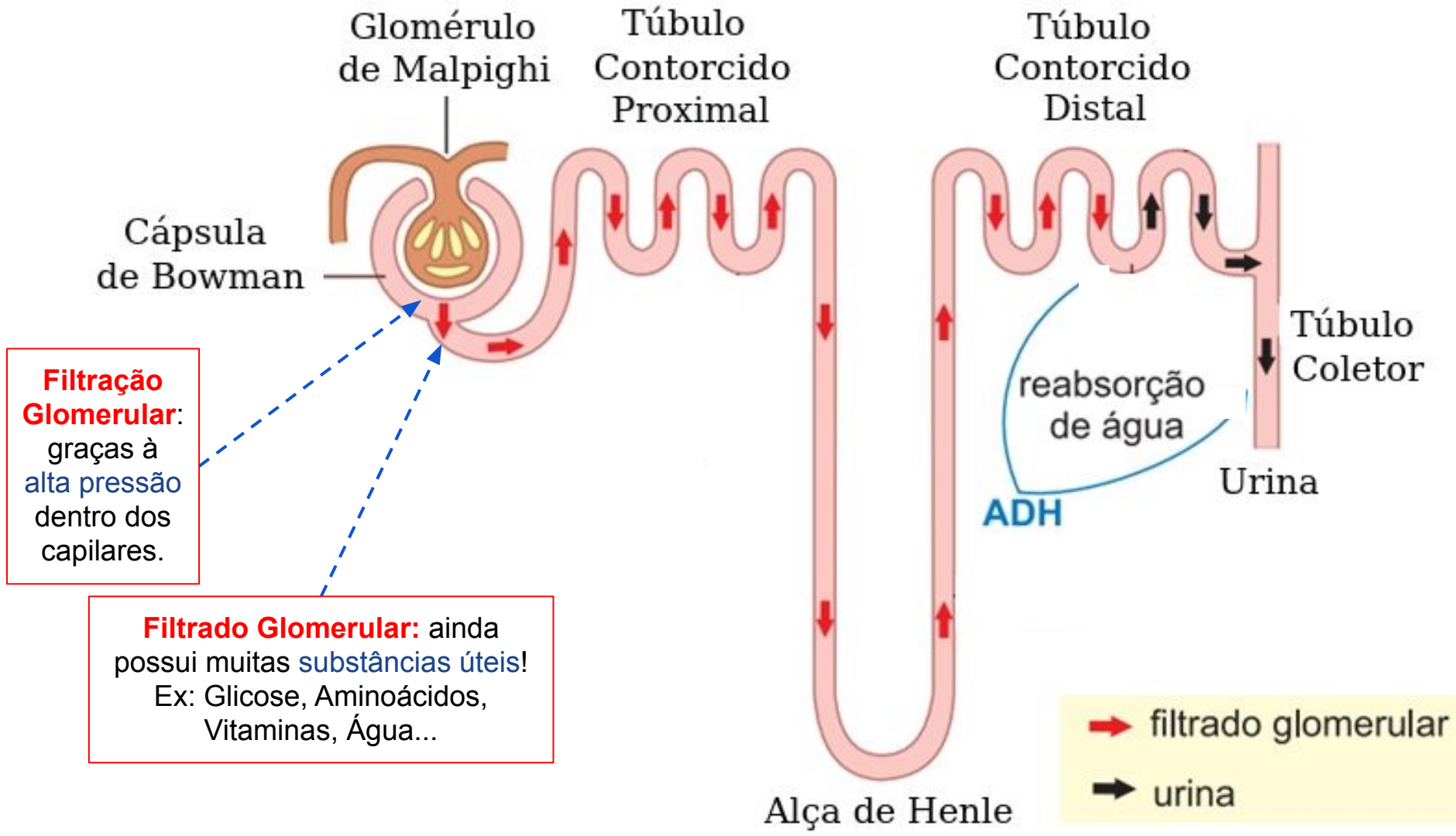
## Secreção tubular:

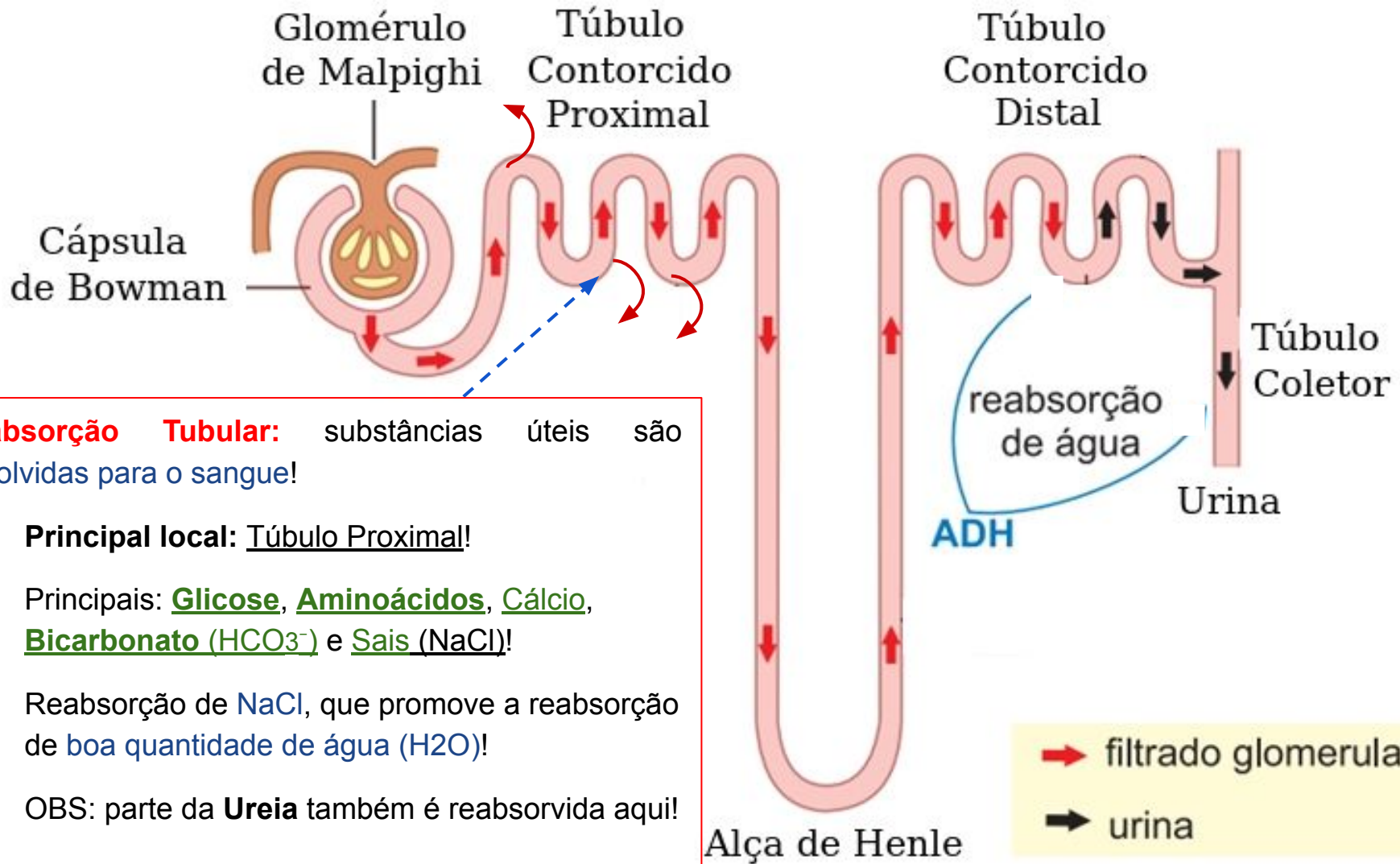
- **Lançamento** de substâncias do sangue para dentro dos néfrons.
- Ex: íons **H<sup>+</sup>**, **K<sup>+</sup>**, **amônia e ácido úrico**, medicamentos...
- Ocorre em diferentes regiões do néfron





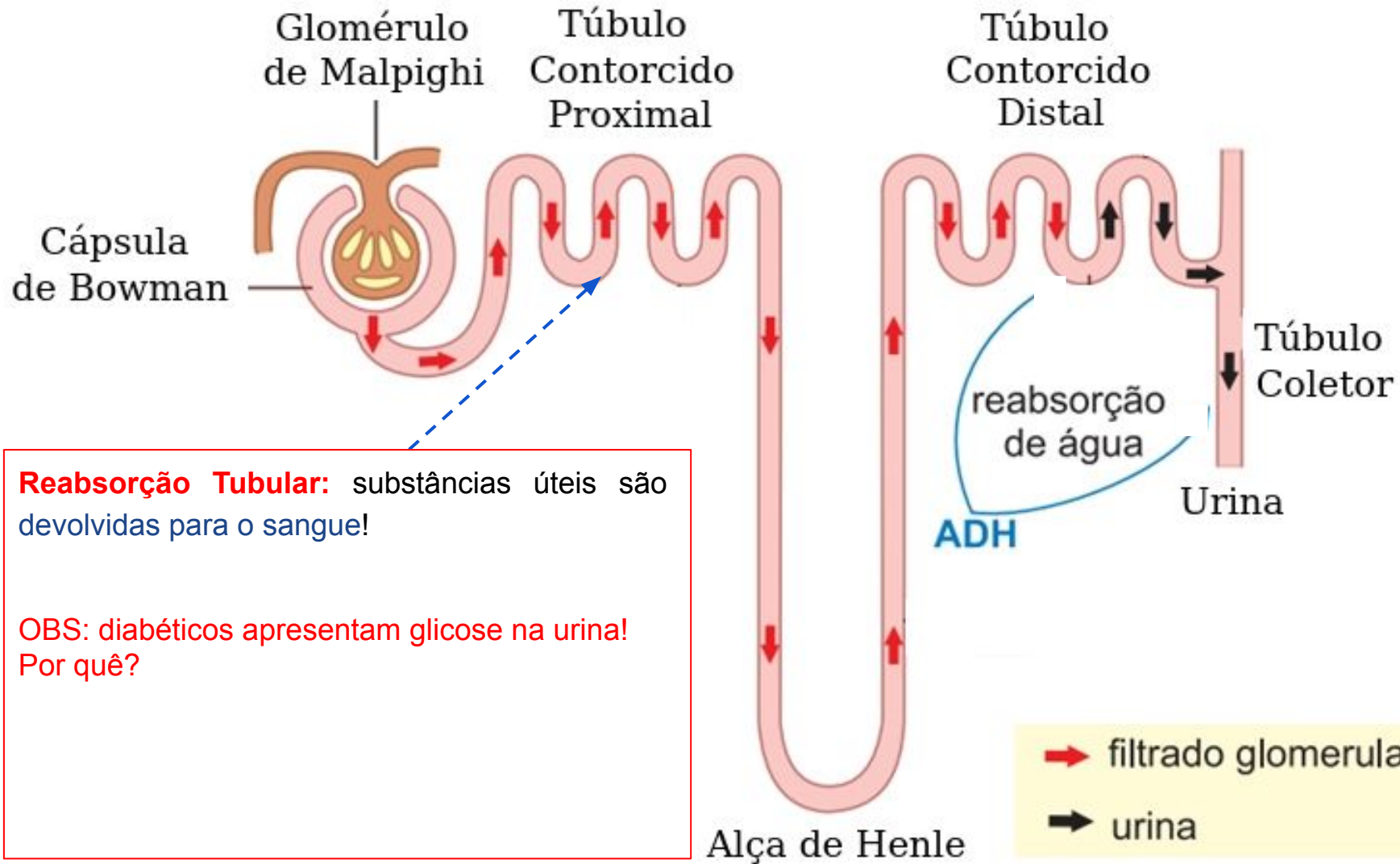


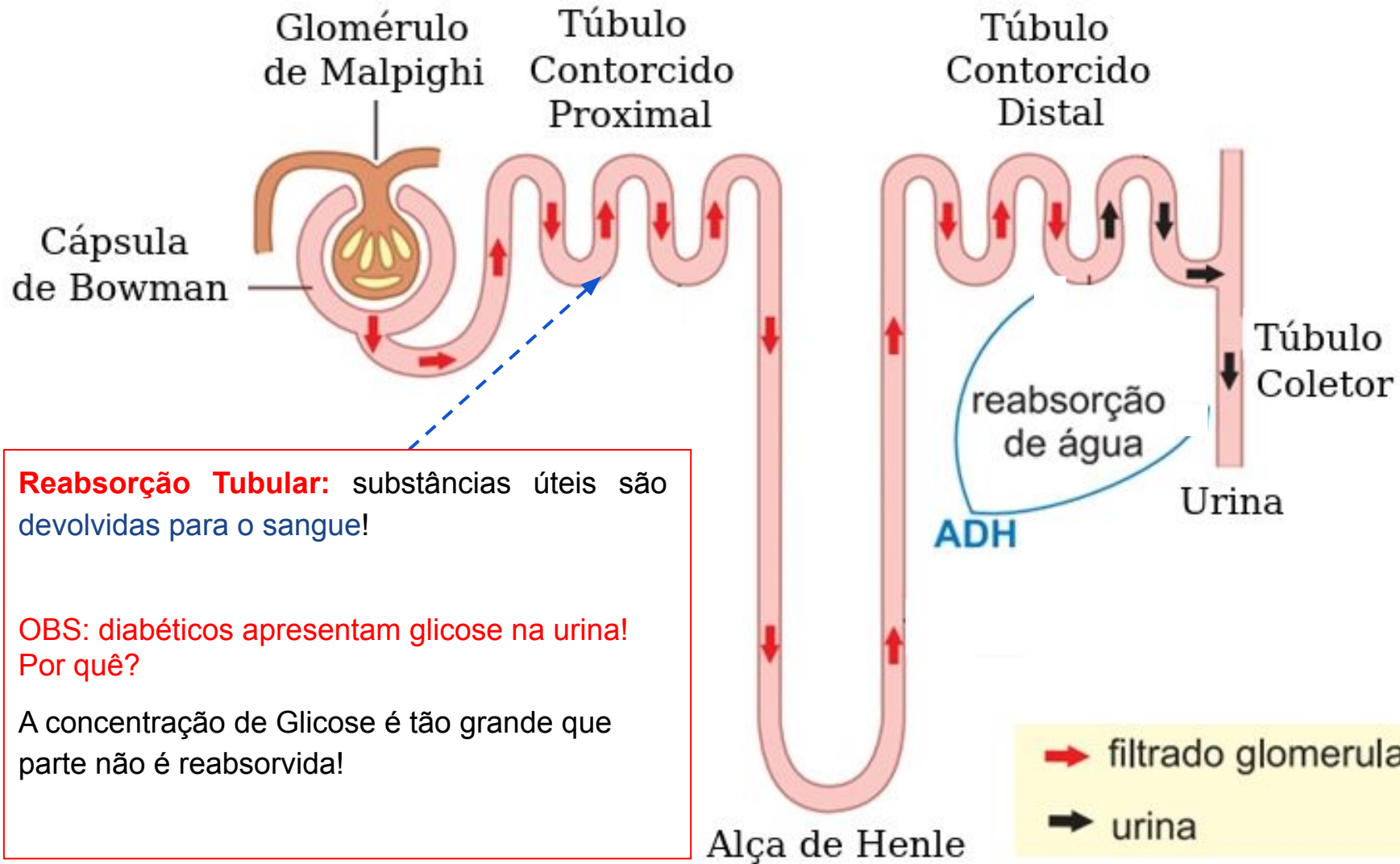




**Reabsorção Tubular:** substâncias úteis são devolvidas para o sangue!

- **Principal local:** Túbulo Proximal!
- Principais: Glicose, Aminoácidos, Cálcio, Bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) e Sais ( $\text{NaCl}$ )!
- Reabsorção de  $\text{NaCl}$ , que promove a reabsorção de boa quantidade de água ( $\text{H}_2\text{O}$ )!
- OBS: parte da **Ureia** também é reabsorvida aqui!

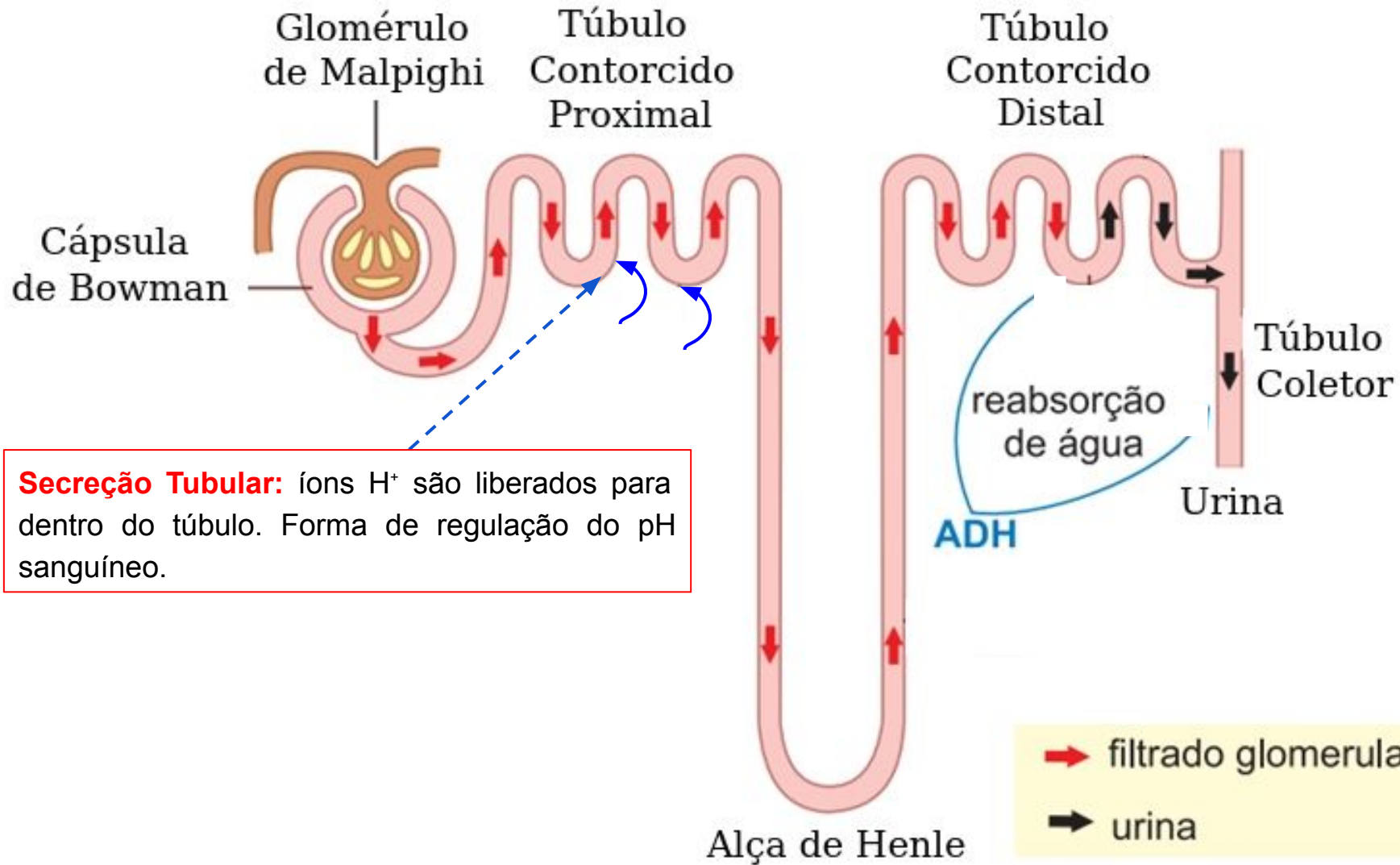




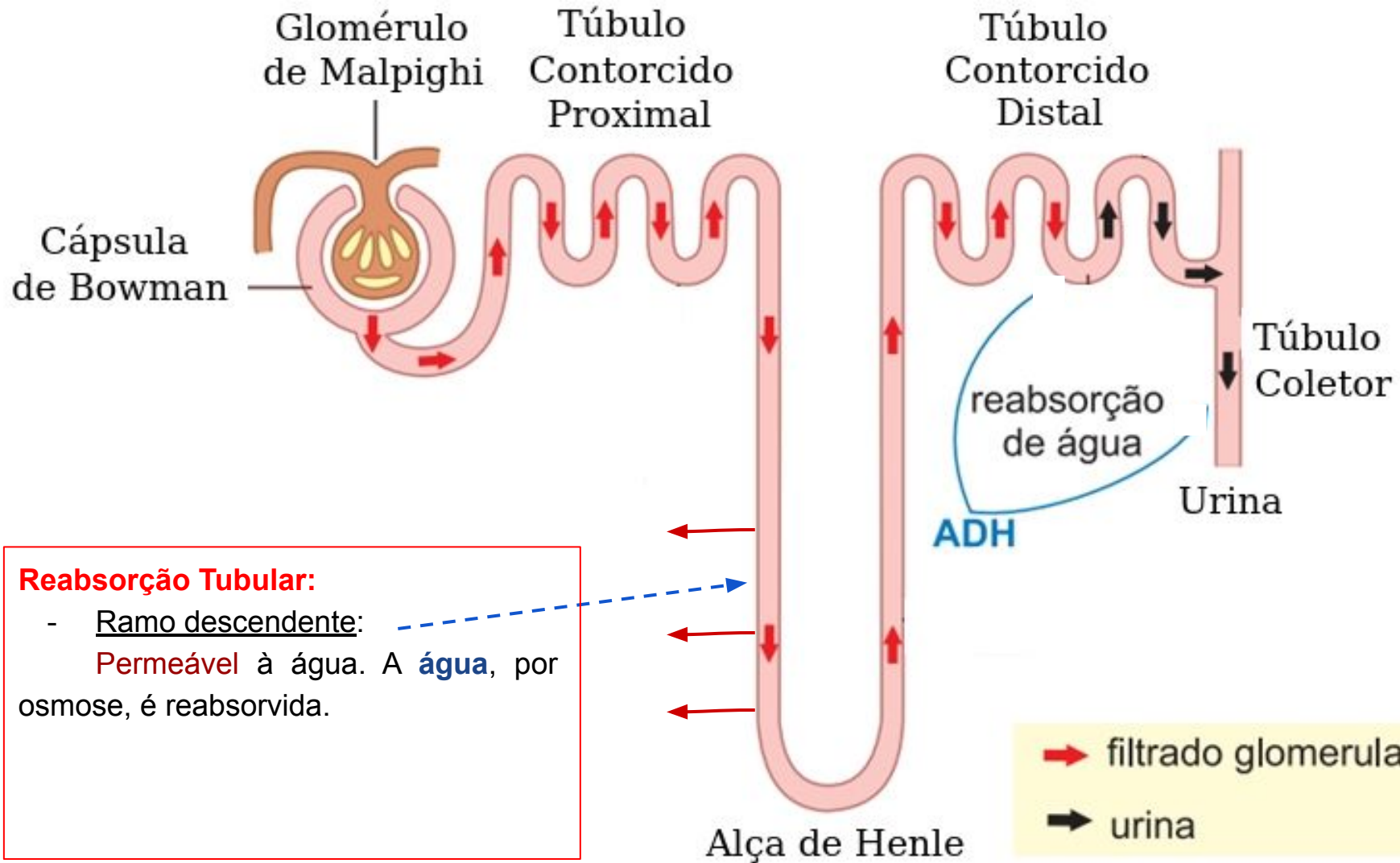
**Reabsorção Tubular:** substâncias úteis são devolvidas para o sangue!

**OBS:** diabéticos apresentam glicose na urina!  
Por quê?

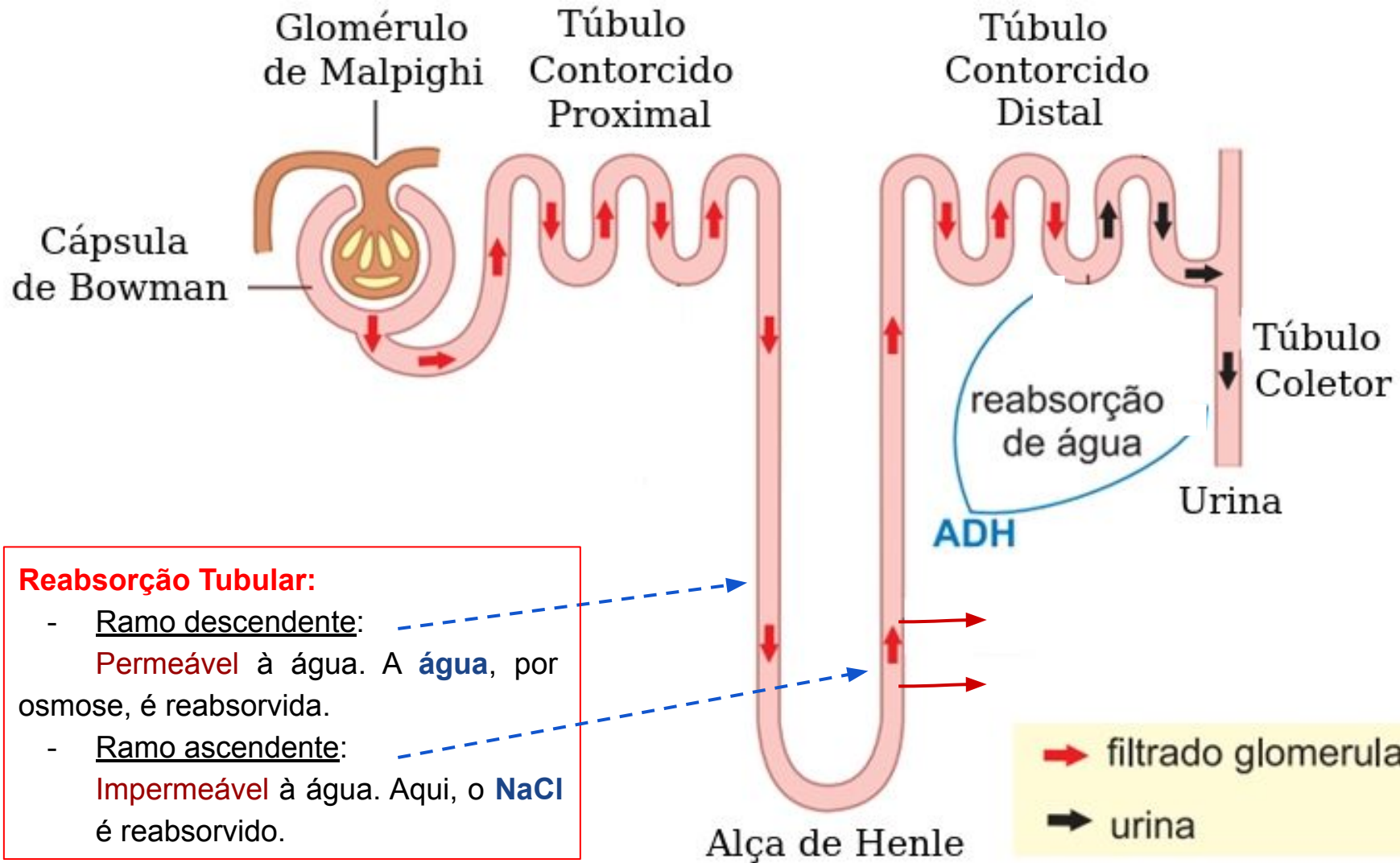
A concentração de Glicose é tão grande que parte não é reabsorvida!

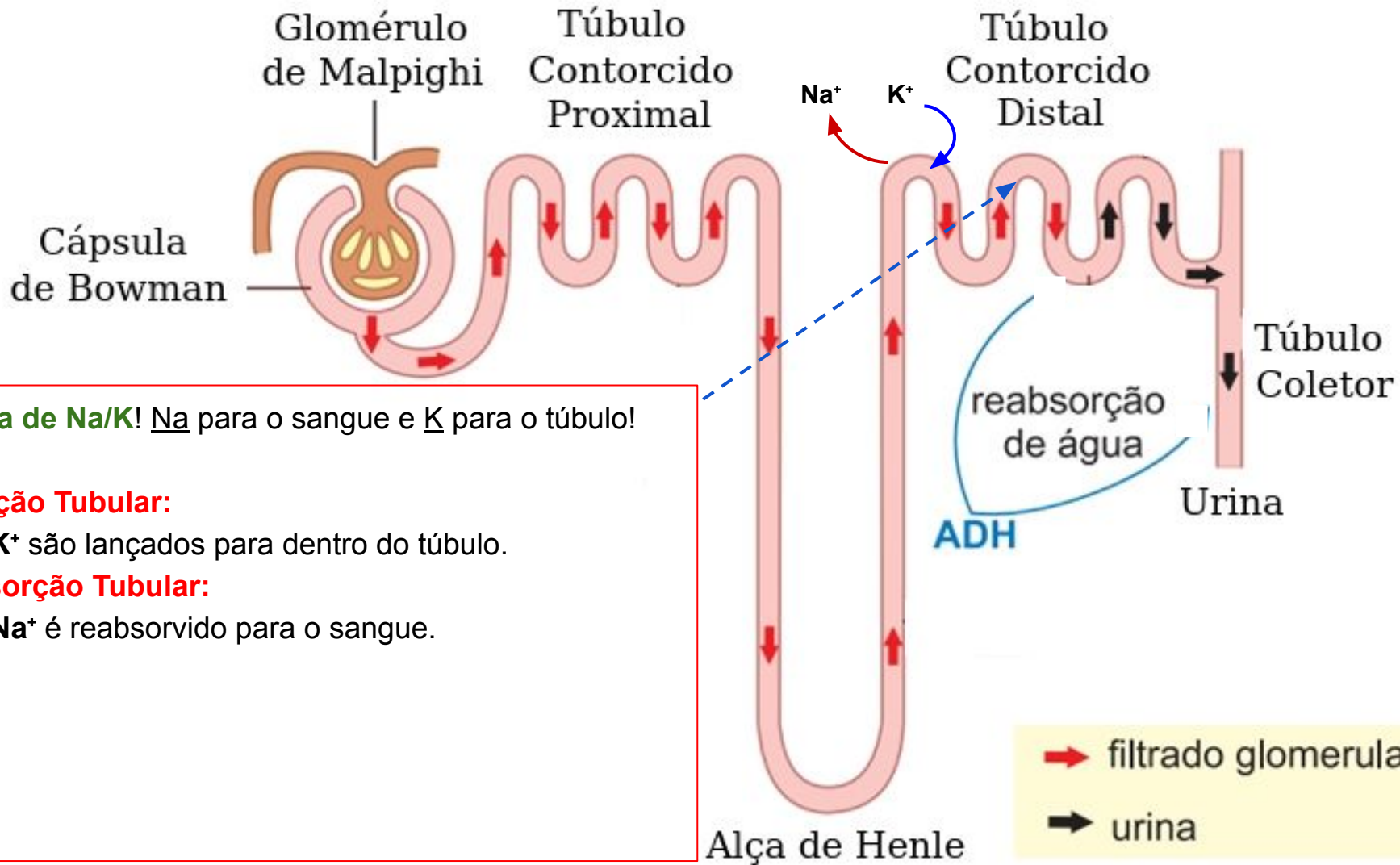


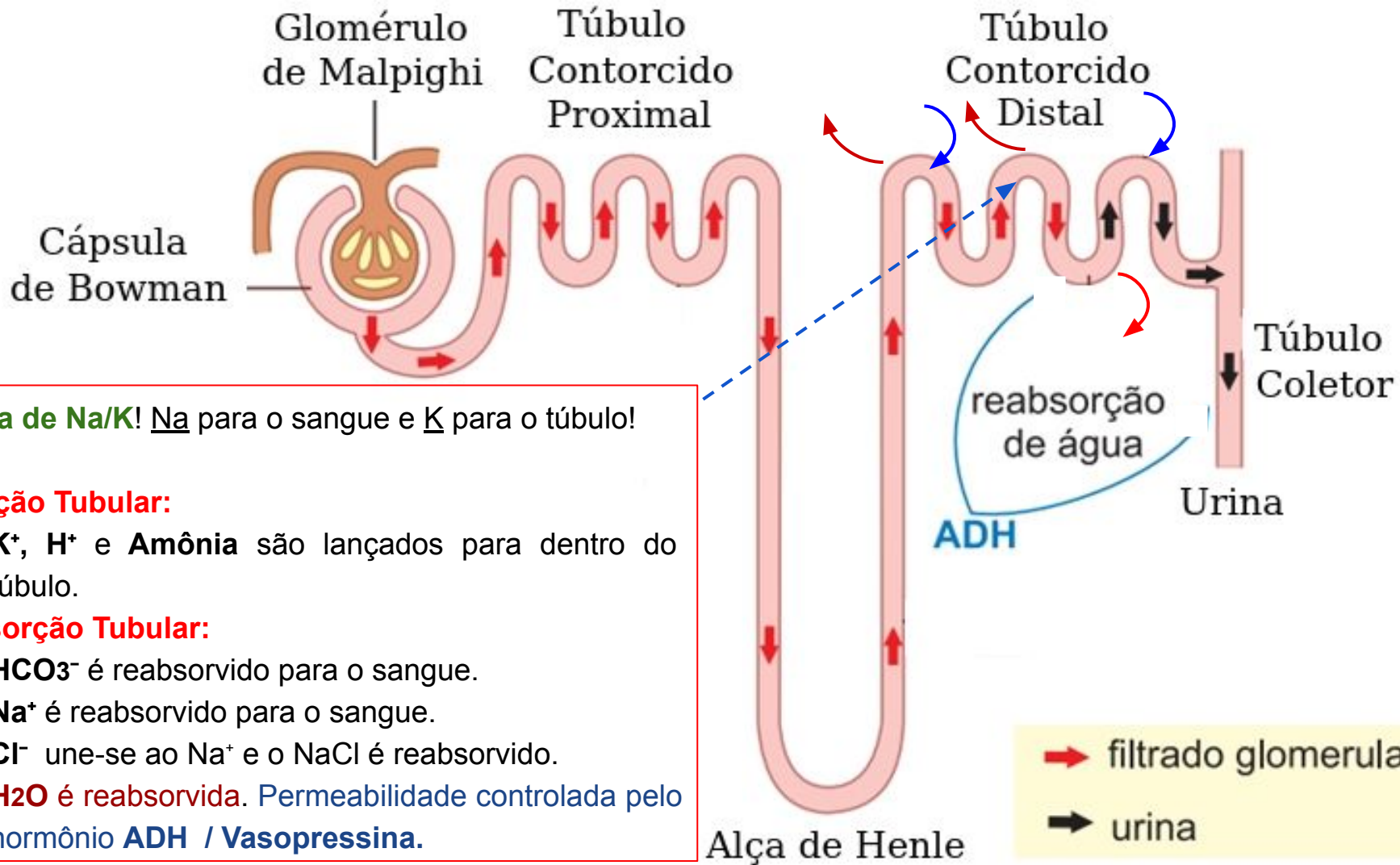












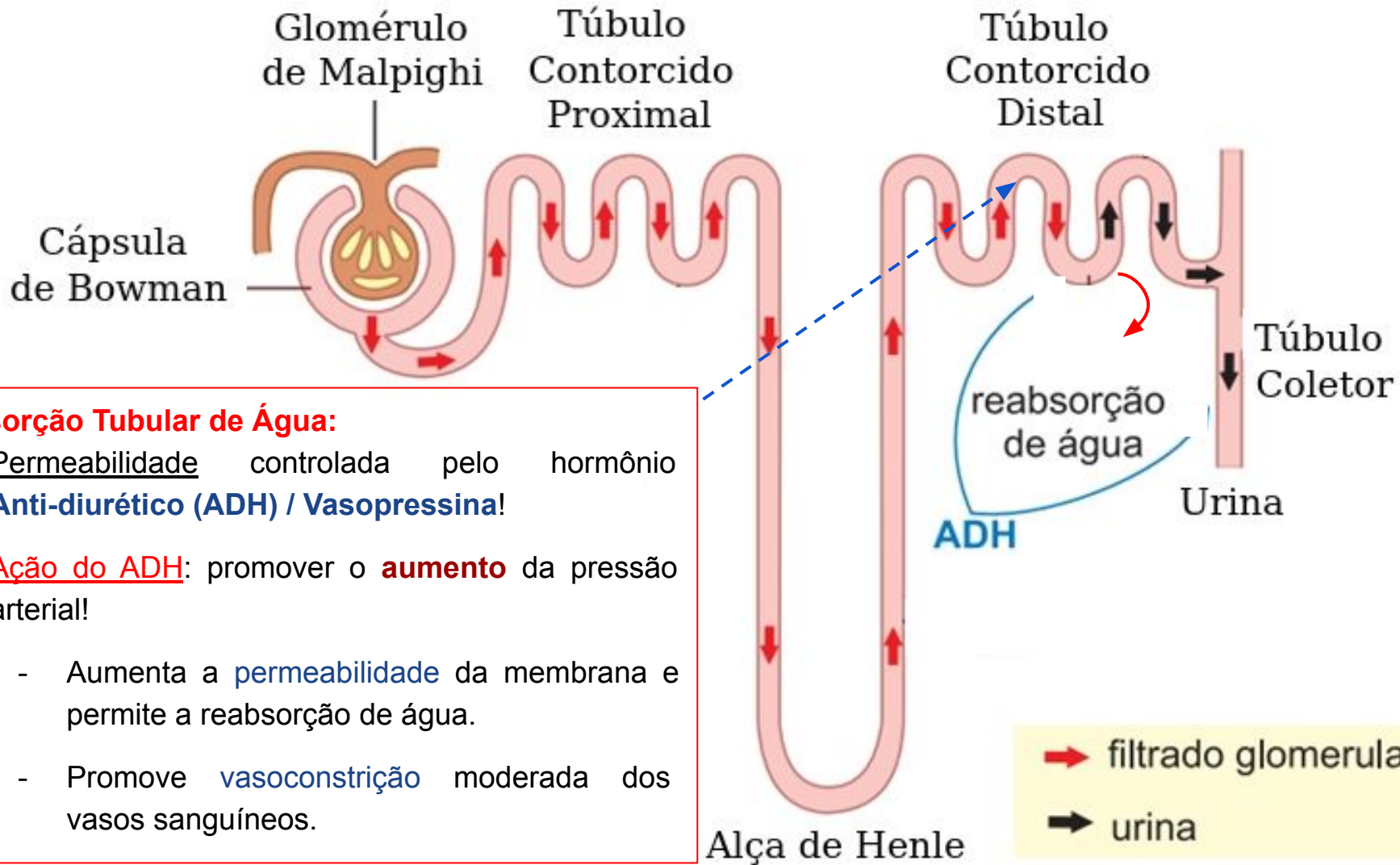
**Bomba de Na/K!** Na para o sangue e K para o túbulo!

### Secreção Tubular:

- $K^+$ ,  $H^+$  e **Amônia** são lançados para dentro do túbulo.

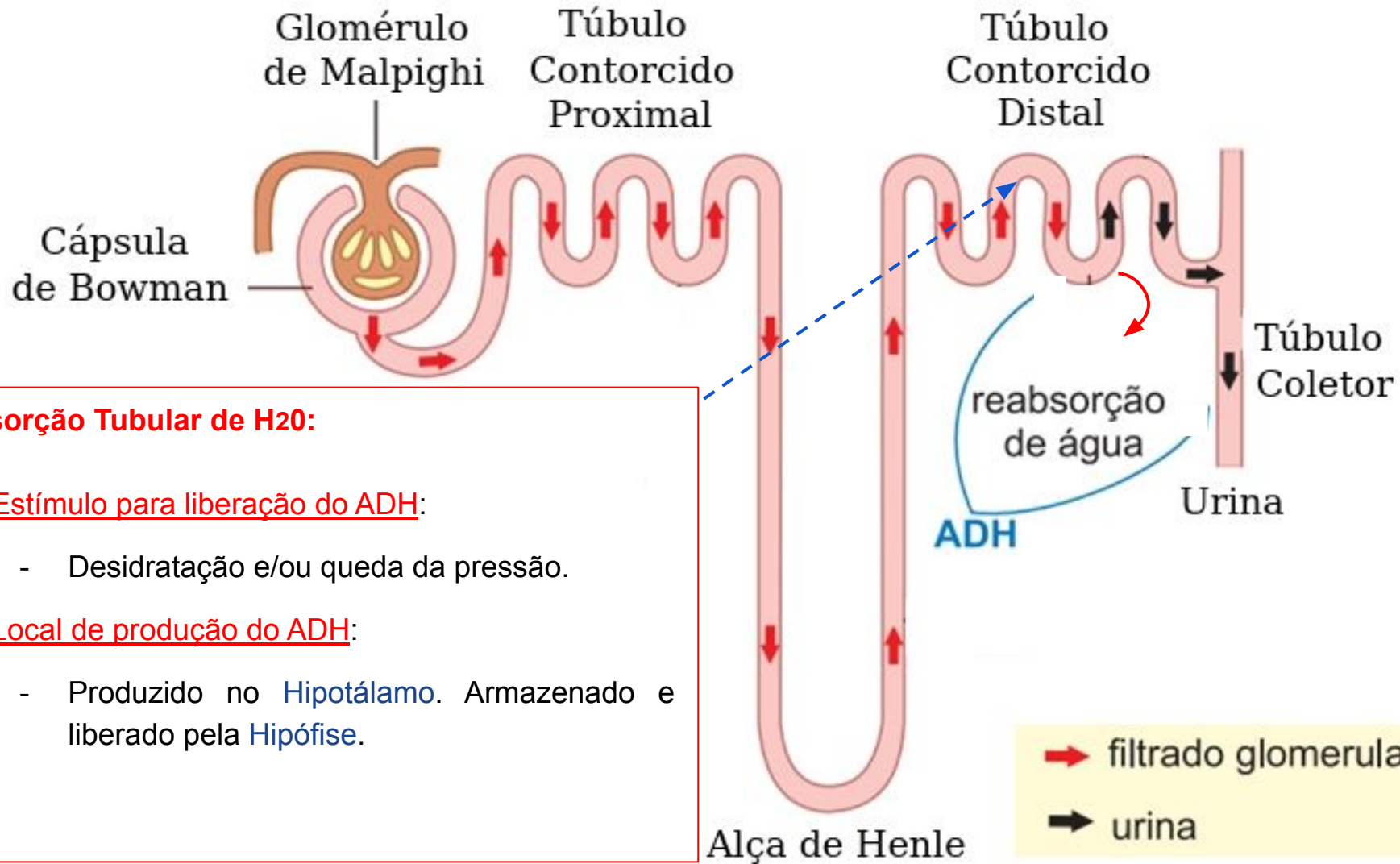
### Reabsorção Tubular:

- $HCO_3^-$  é reabsorvido para o sangue.
- $Na^+$  é reabsorvido para o sangue.
- $Cl^-$  une-se ao  $Na^+$  e o  $NaCl$  é reabsorvido.
- **$H_2O$  é reabsorvida.** Permeabilidade controlada pelo hormônio **ADH / Vasopressina.**

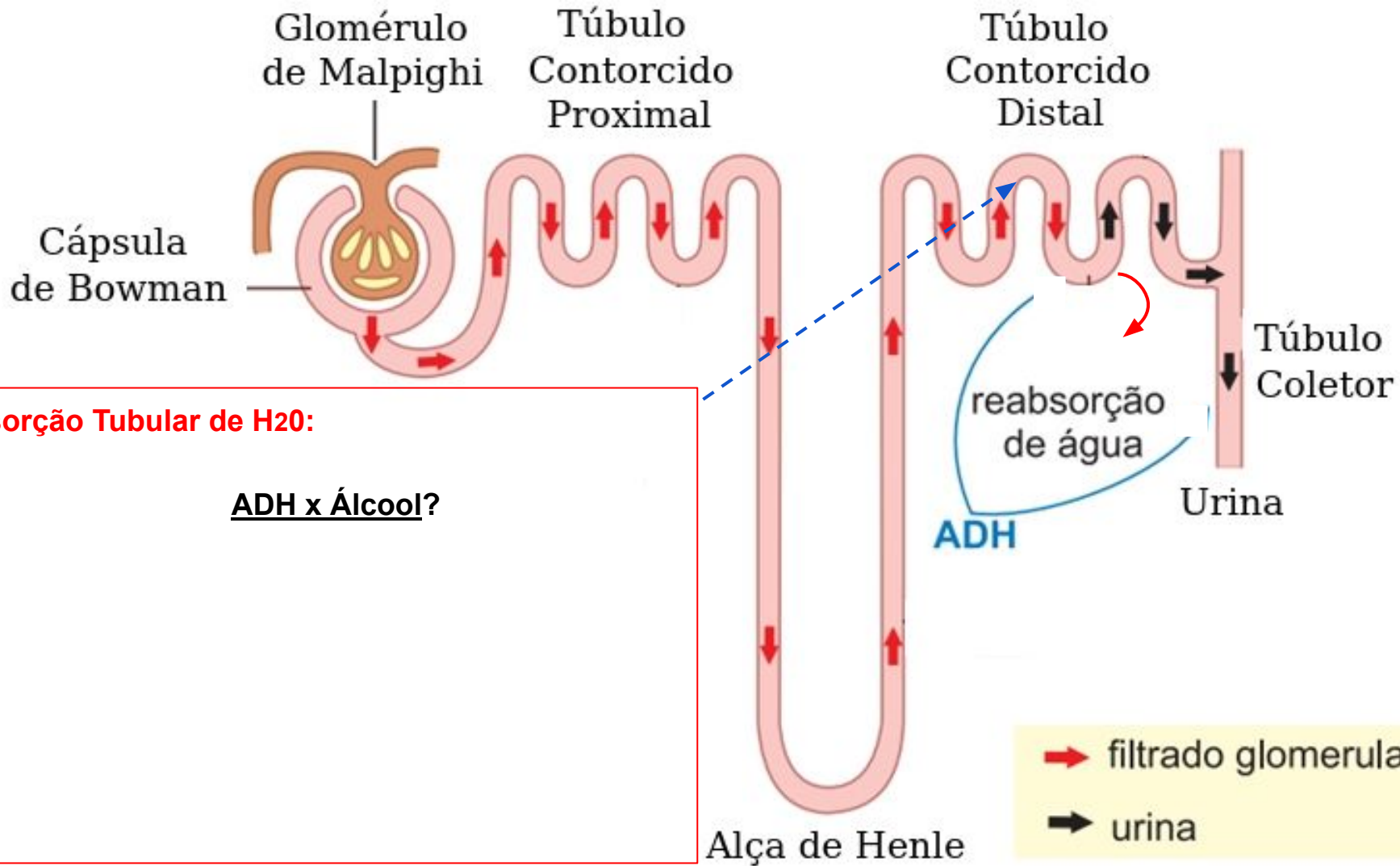


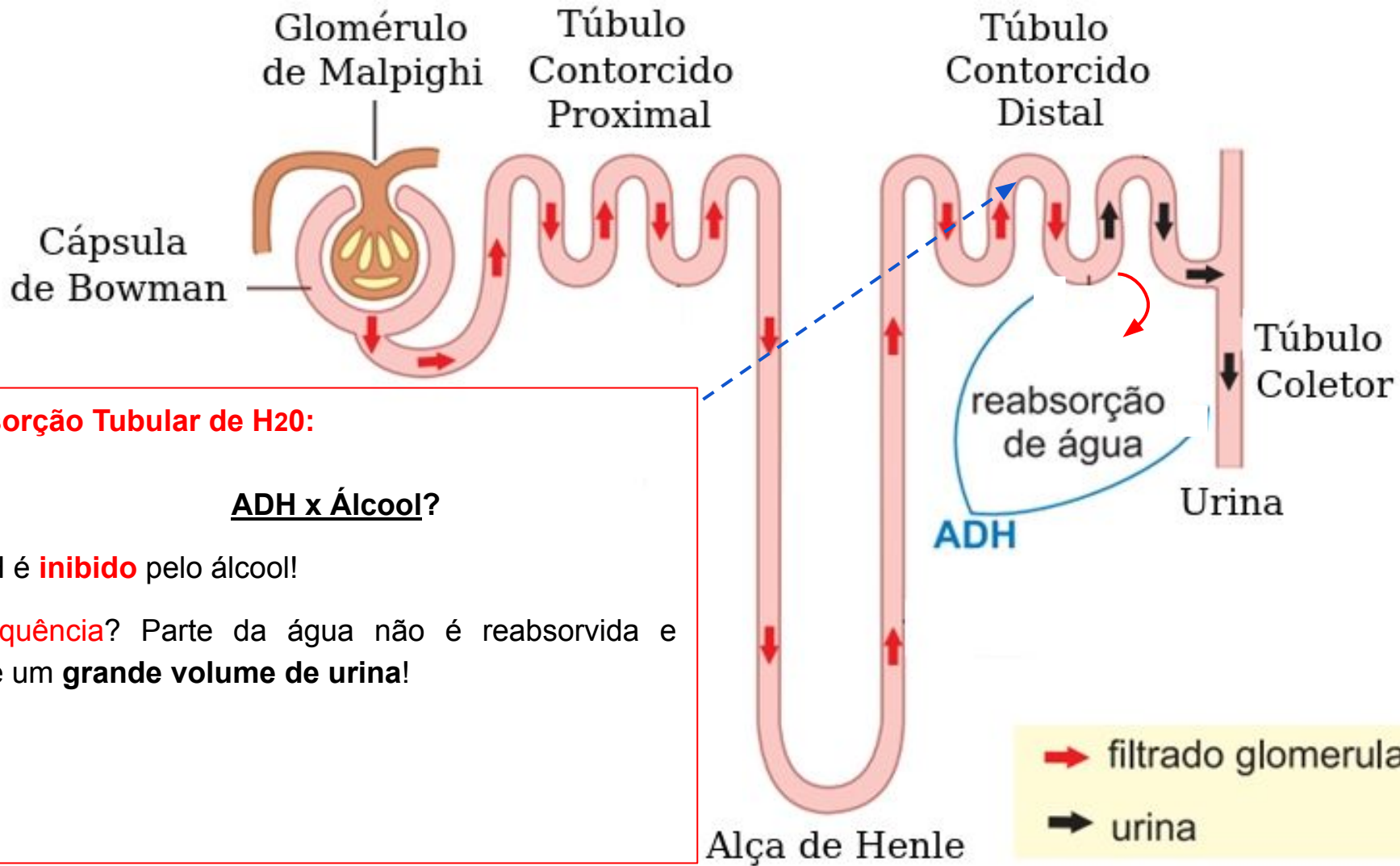
### Reabsorção Tubular de Água:

- Permeabilidade controlada pelo hormônio **Anti-diurético (ADH) / Vasopressina!**
- Ação do ADH: promover o **aumento** da pressão arterial!
  - Aumenta a permeabilidade da membrana e permite a reabsorção de água.
  - Promove vasoconstrição moderada dos vasos sanguíneos.









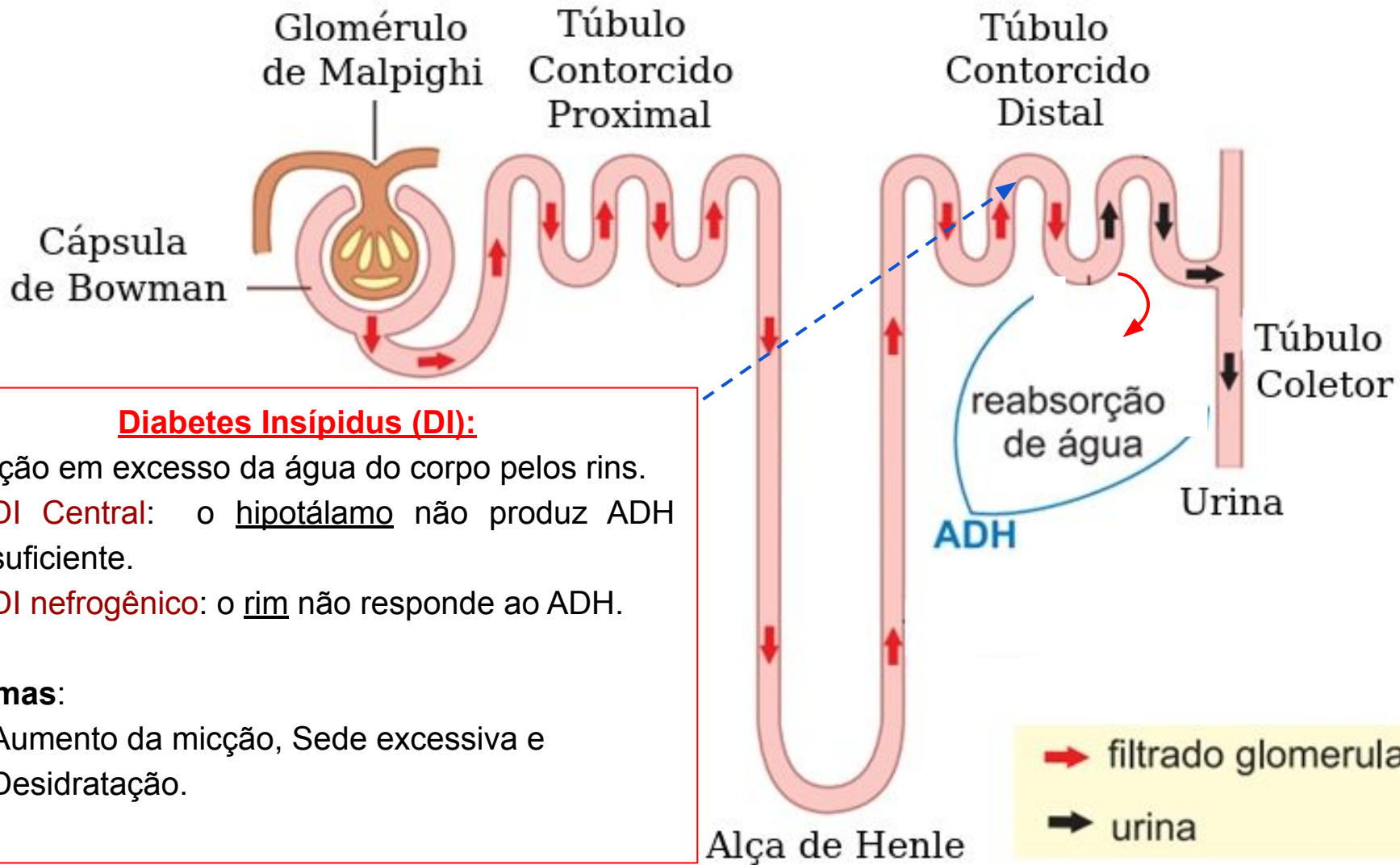
### Reabsorção Tubular de H<sub>2</sub>O:

#### ADH x Álcool?

O ADH é **inibido** pelo álcool!

**Consequência?** Parte da água não é reabsorvida e tem-se um **grande volume de urina**!





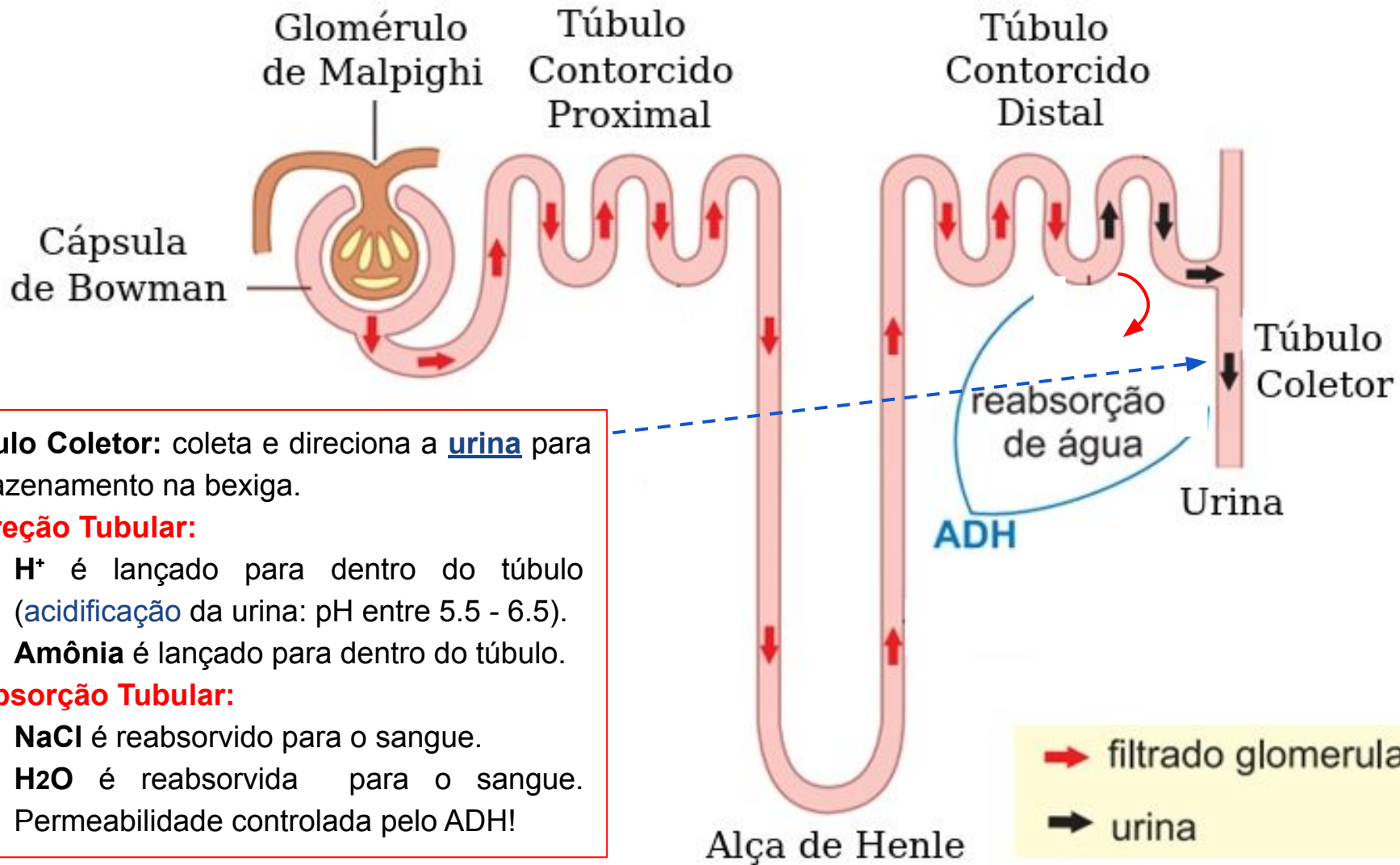
### **Diabetes Insípido (DI):**

Remoção em excesso da água do corpo pelos rins.

- **DI Central:** o hipotálamo não produz ADH suficiente.
- **DI nefrogênico:** o rim não responde ao ADH.

### **Sintomas:**

- Aumento da micção, Sede excessiva e Desidratação.



**Túbulo Coletor:** coleta e direciona a urina para armazenamento na bexiga.

**Secreção Tubular:**

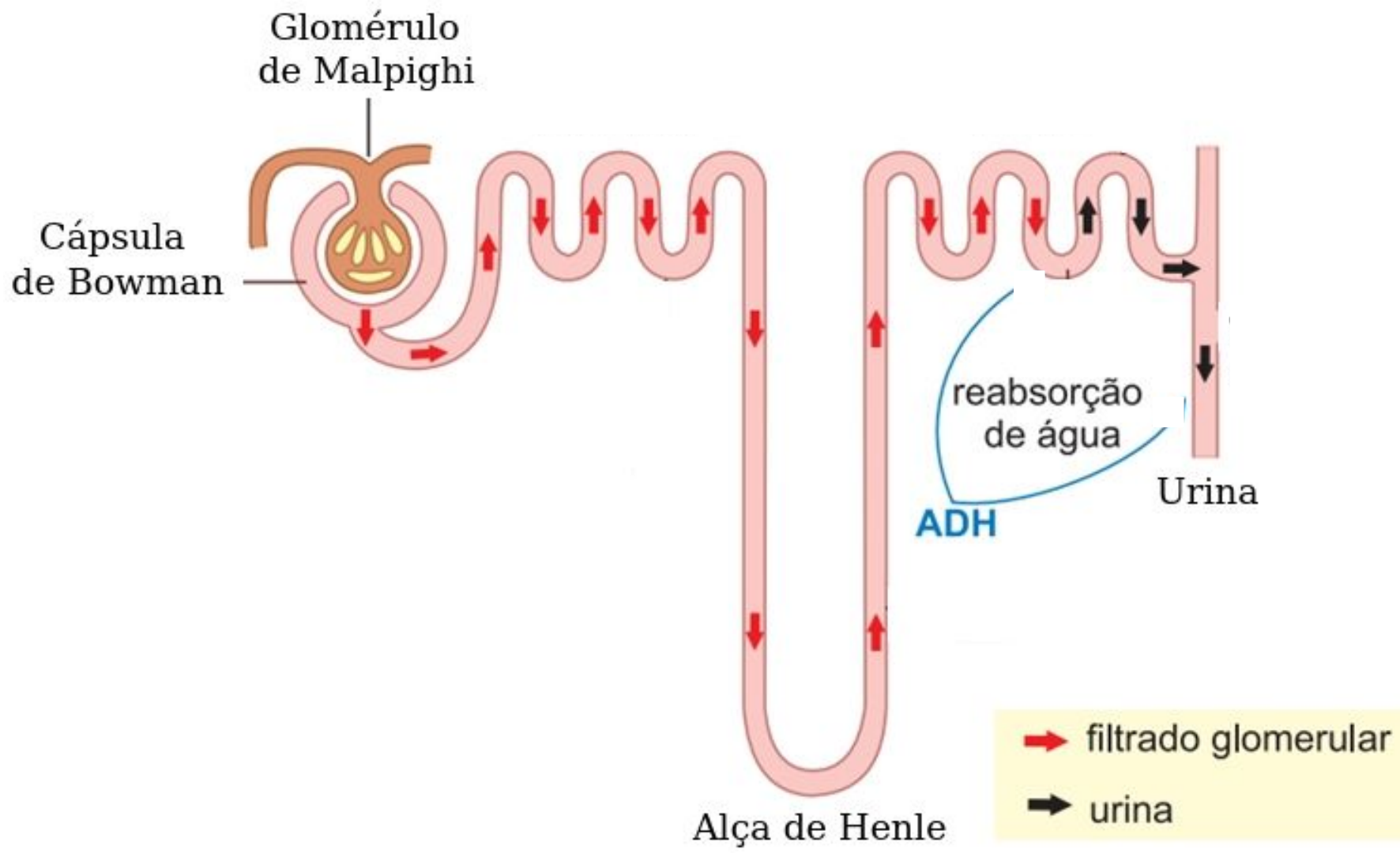
- $H^+$  é lançado para dentro do túbulo (acidificação da urina: pH entre 5.5 - 6.5).
- **Amônia** é lançado para dentro do túbulo.

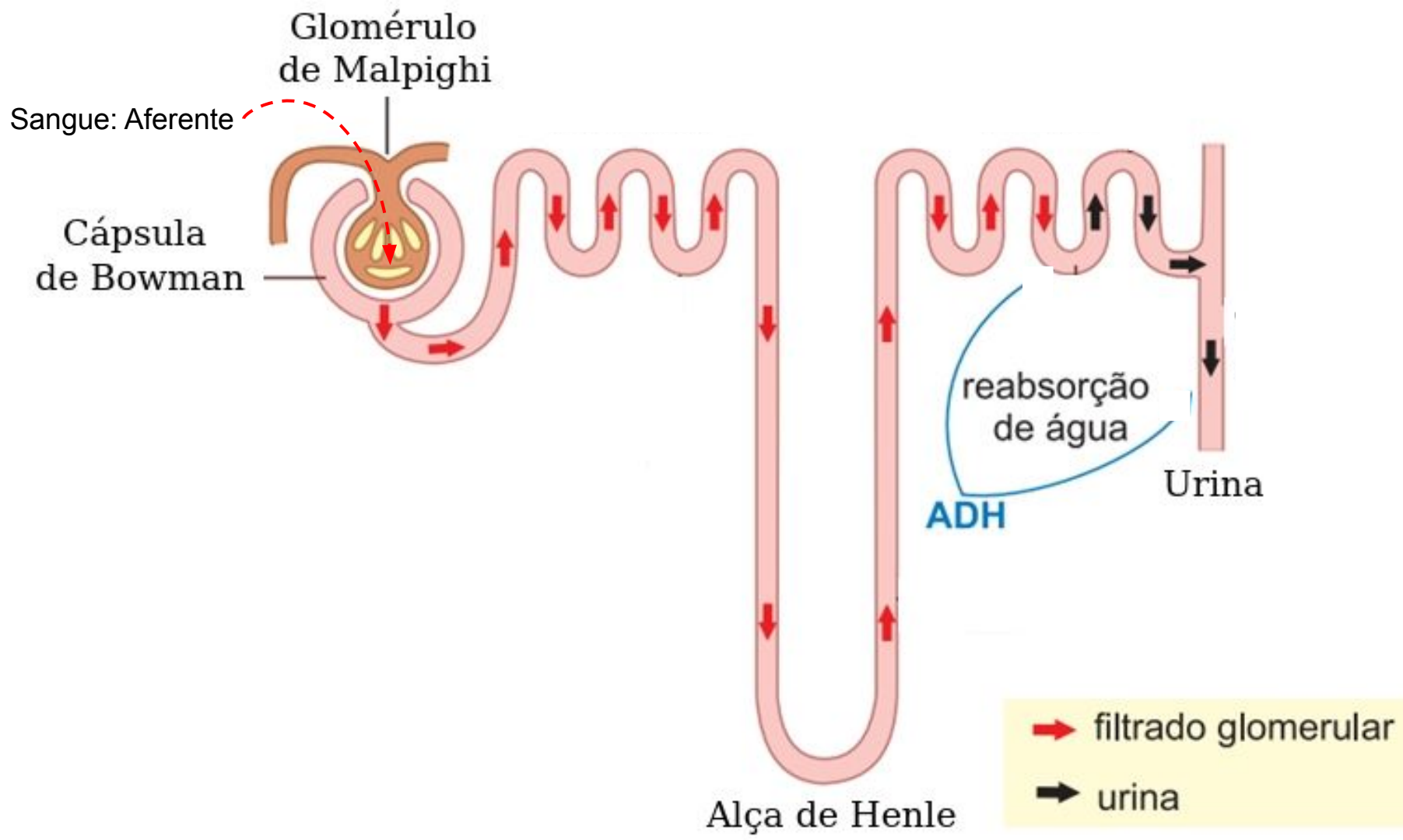
**Reabsorção Tubular:**

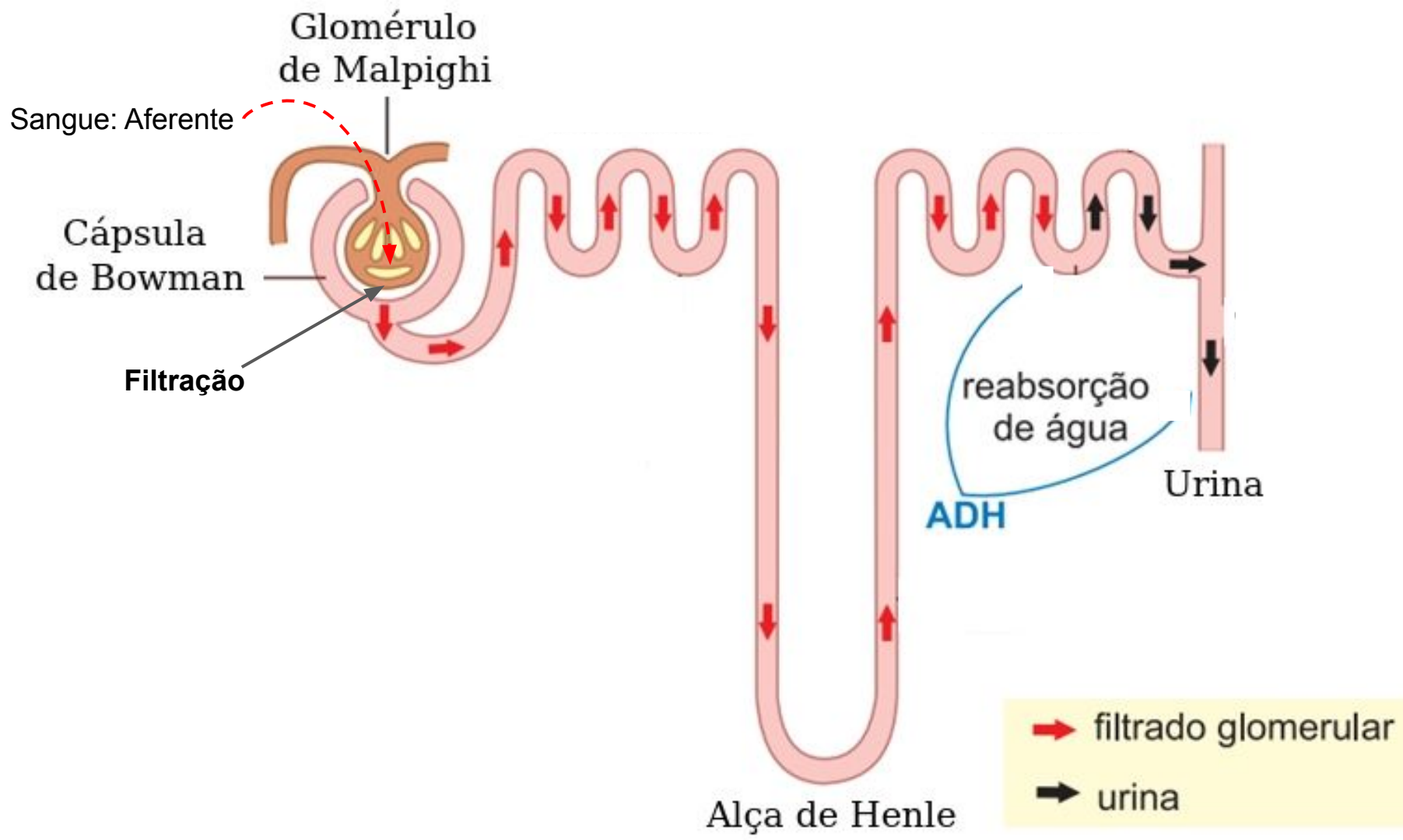
- **NaCl** é reabsorvido para o sangue.
- **H<sub>2</sub>O** é reabsorvida para o sangue. Permeabilidade controlada pelo ADH!

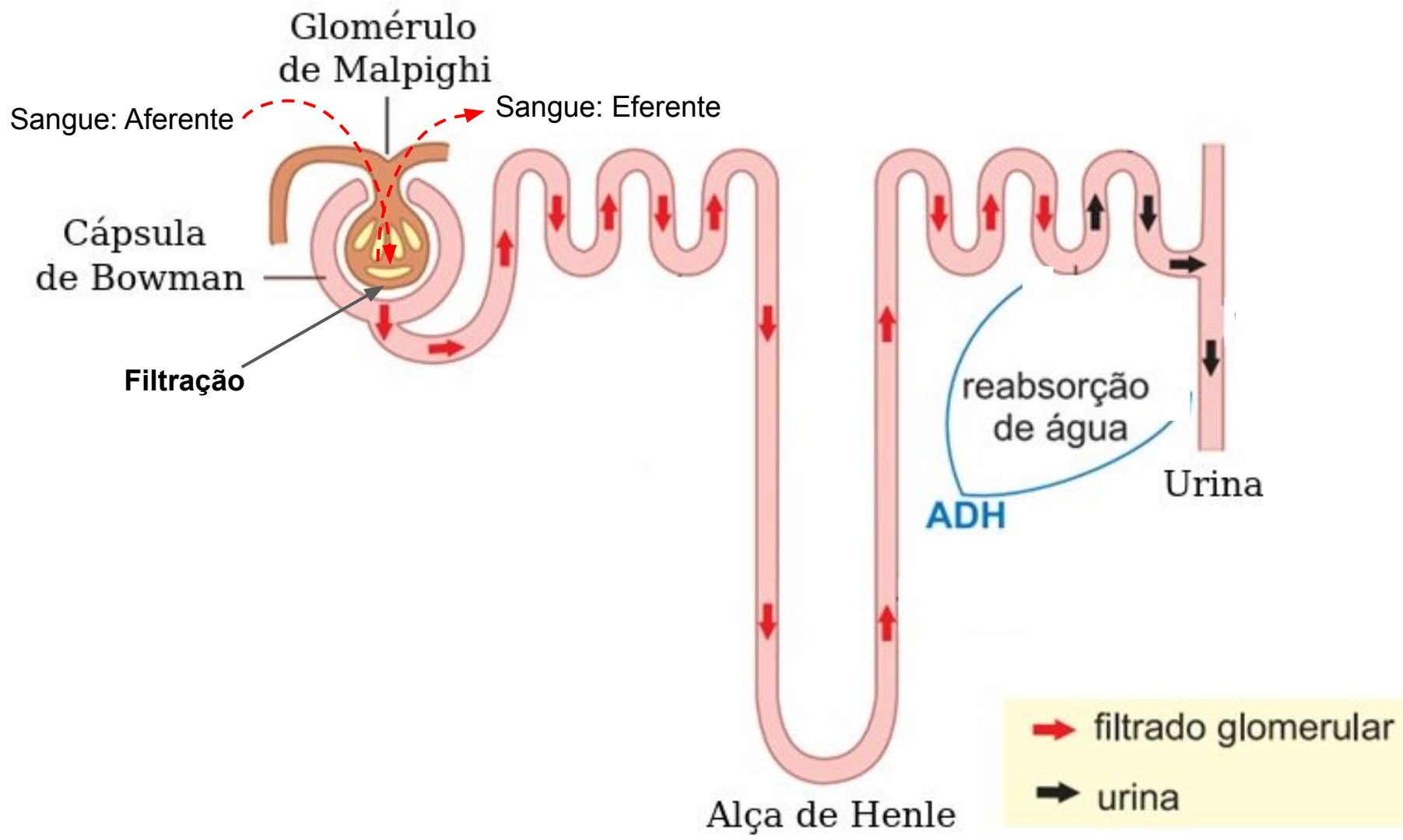
# Passo a Passo



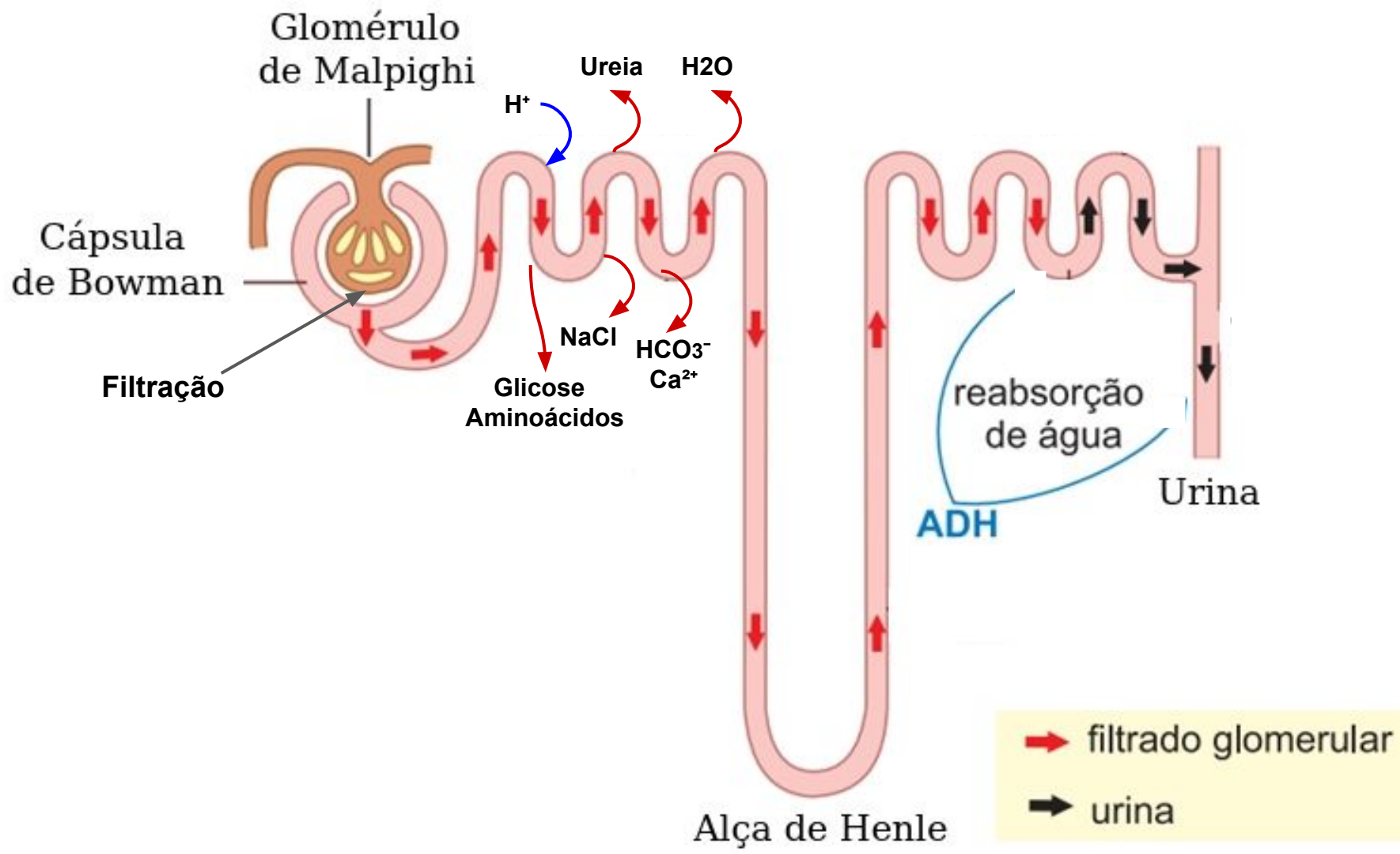


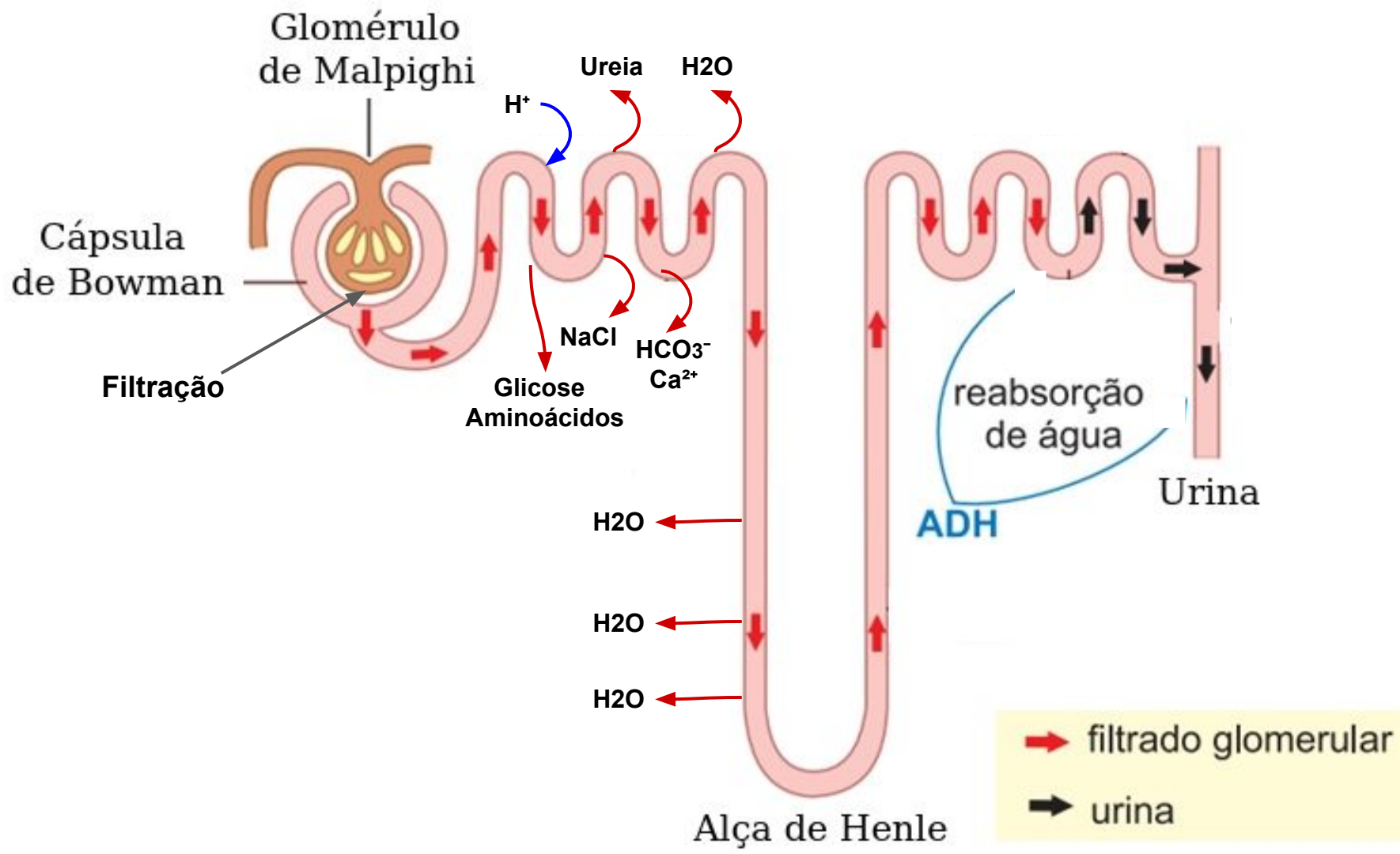


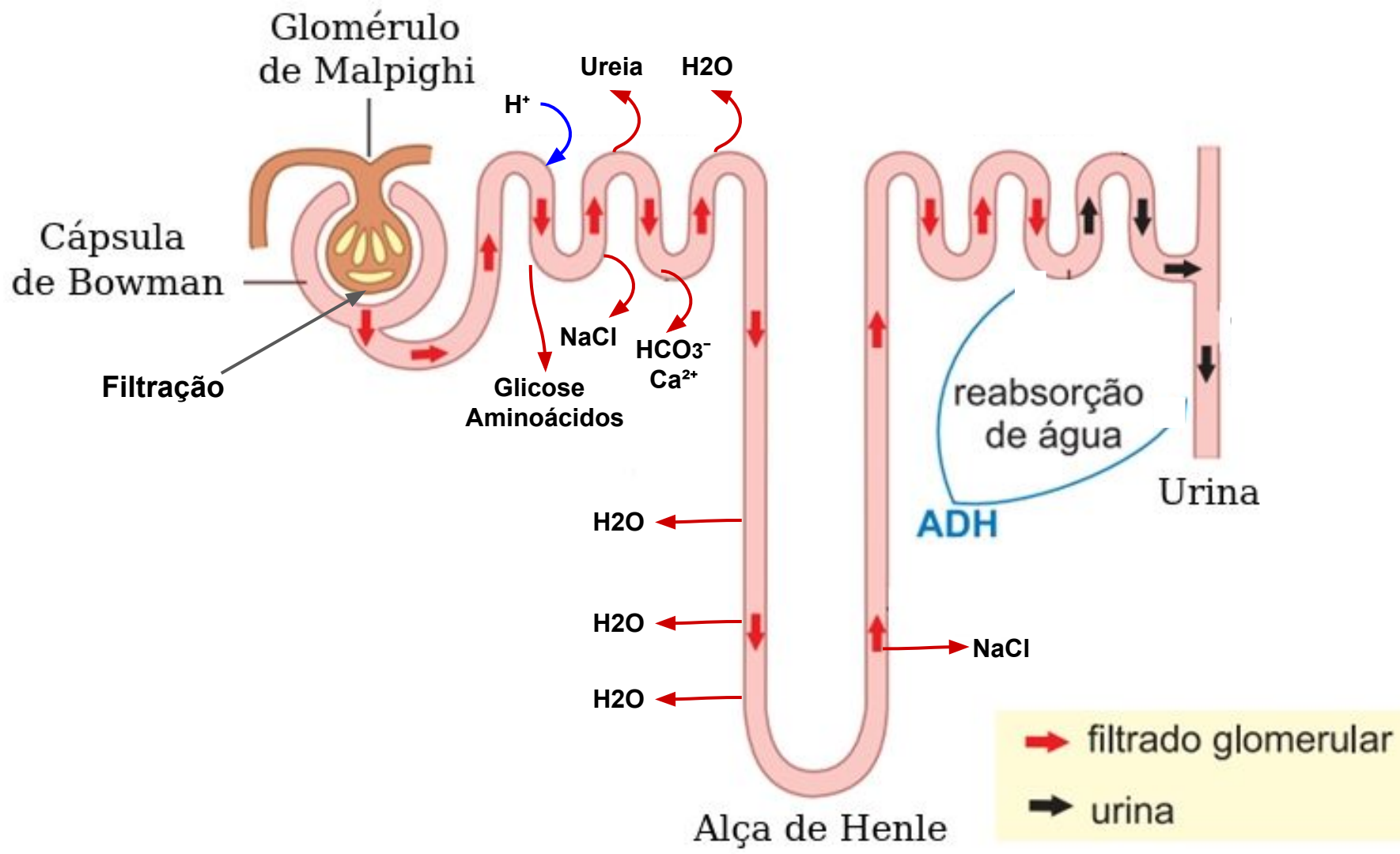


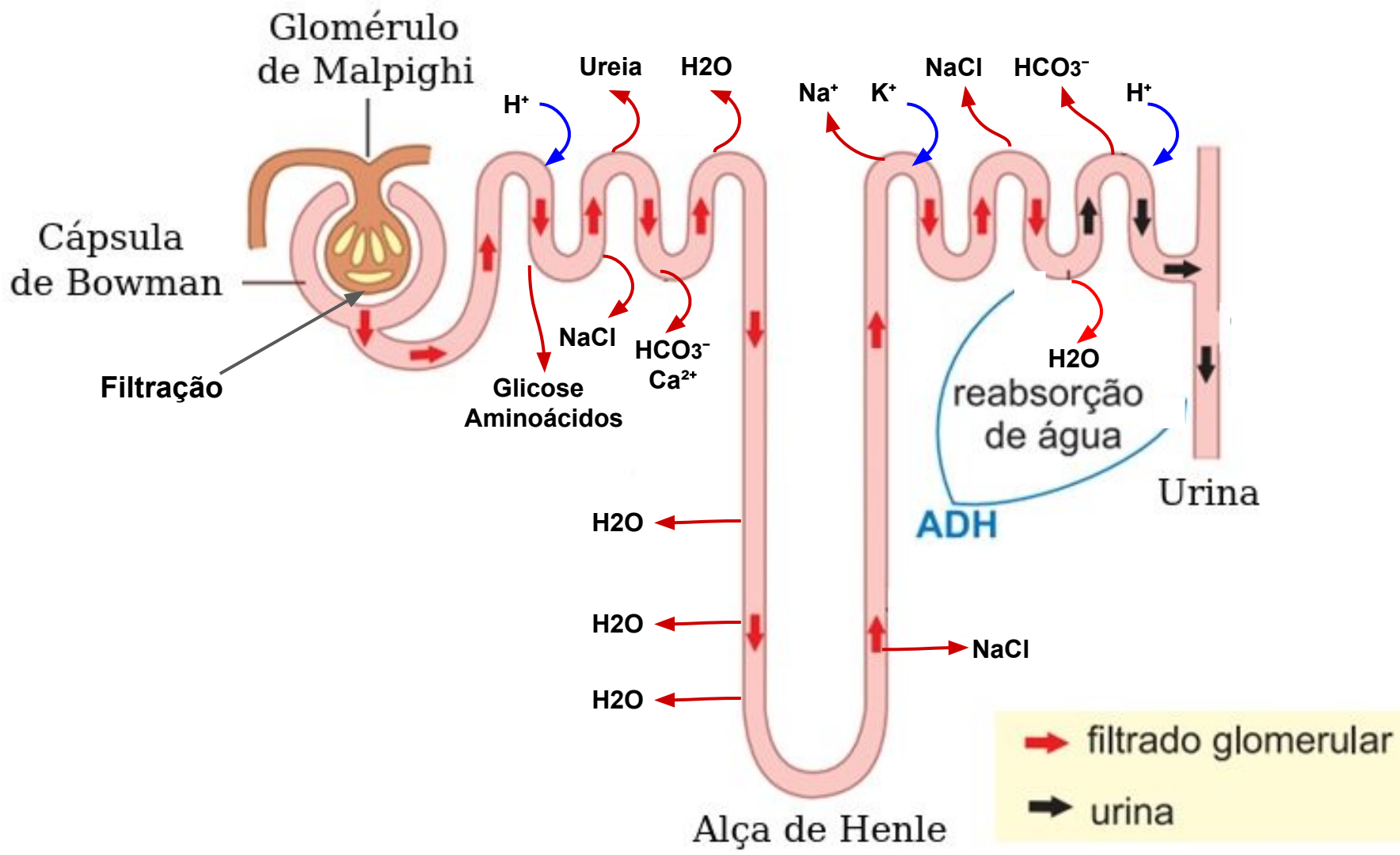


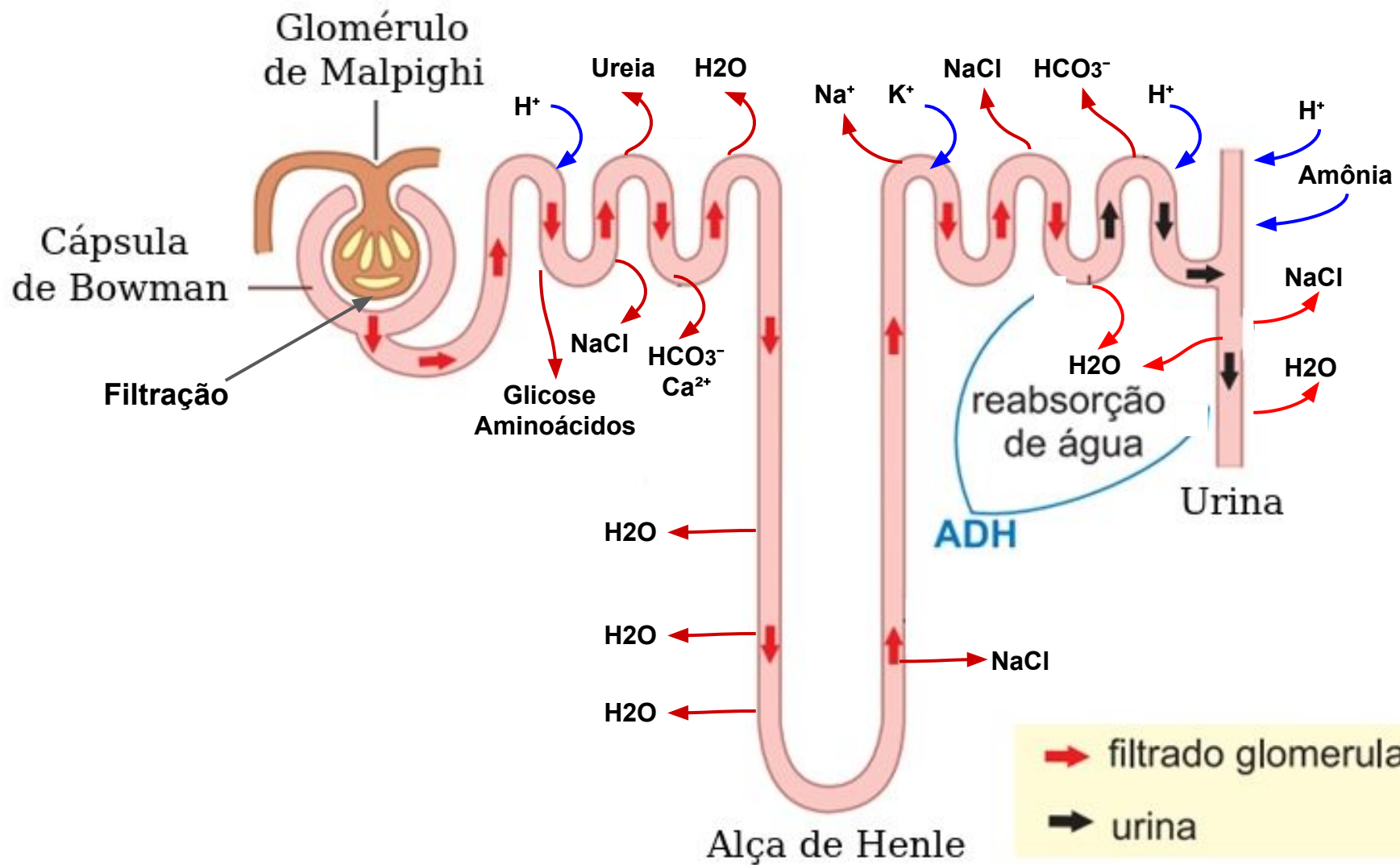


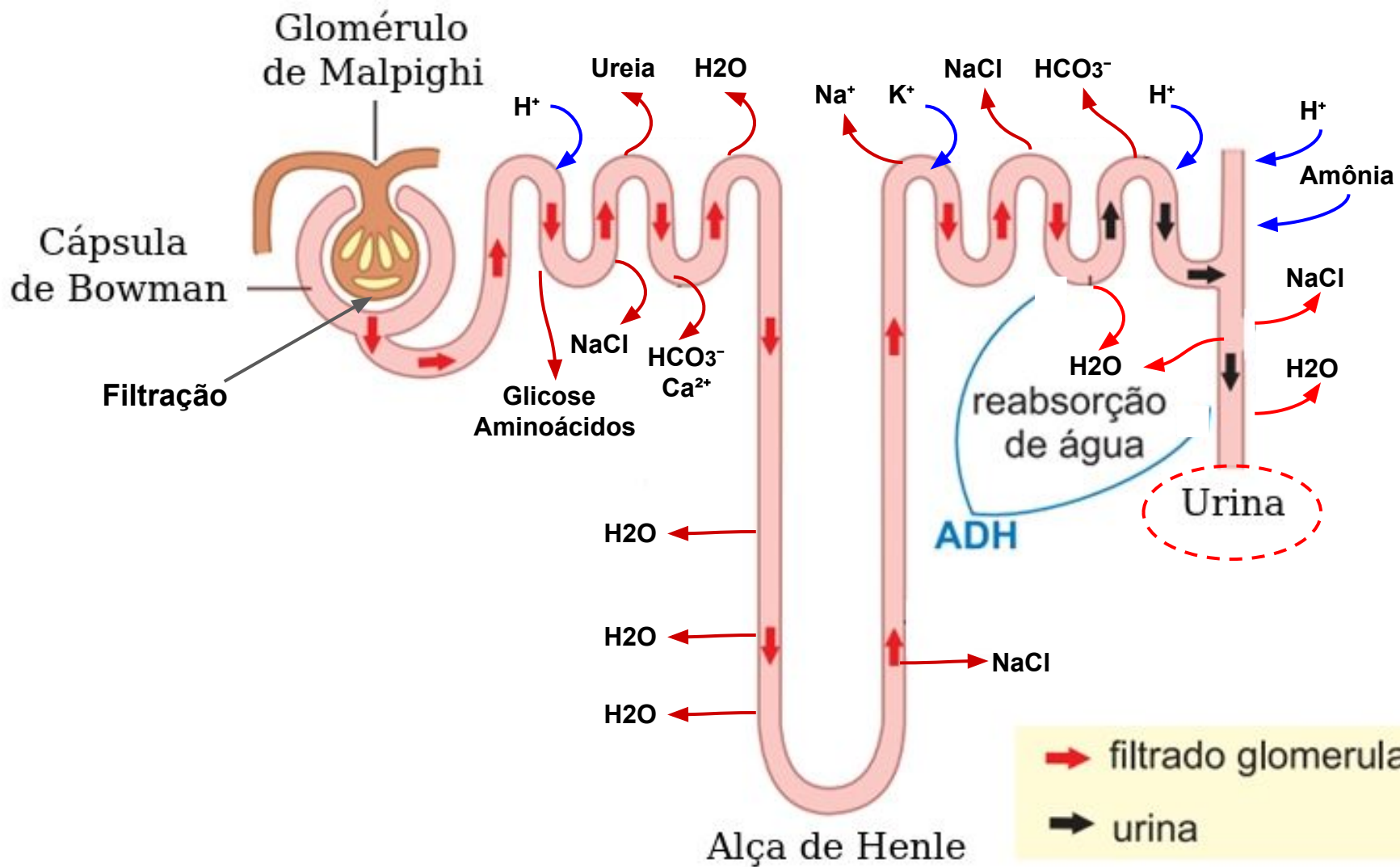












# Sistema Renina->Angiotensina->Aldosterona

## Renina

Produzida no próprio rim.

### Estímulo:

- Queda da concentração de  $\text{Na}^+$  no sangue.
- Queda da pressão arterial.

### Efeitos:

## Angiotensinogênio

(inativa, produzido no fígado)



## Angiotensina

(ativa)



# Sistema Renina->Angiotensina->Aldosterona

## Renina

Produzida no próprio **rim**.

### Estímulo:

- Queda da concentração de  $\text{Na}^+$  no sangue.
- Queda da pressão arterial.

### Efeitos:

#### Angiotensinogênio

(inativa, produzido no fígado)



#### Angiotensina

(ativa)

## Angiotensina

### Efeitos:

- Aumenta a reabsorção de  $\text{Na}^+$ ;
- Vasoconstrição;
- Sede;
- Estimula a liberação do **ADH** pela hipófise;
- Estimula a liberação da **Aldosterona** nas suprarrenais;

### Resultado:

- Elevação do volume do sangue;
- Elevação da Pressão Arterial;

# Sistema Renina->Angiotensina->Aldosterona

## Renina

Produzida no próprio **rim**.

### Estímulo:

- Queda da concentração de  $\text{Na}^+$  no sangue.
- Queda da pressão arterial.

### Efeitos:

#### Angiotensinogênio

(inativa, produzido no fígado)



#### Angiotensina

(ativa)

## Angiotensina

### Efeitos:

- Aumenta a reabsorção de  $\text{Na}^+$ ;
- Vasoconstrição;
- Sede;
- Estimula a liberação do **ADH** pela hipófise;
- Estimula a liberação da **Aldosterona** nas suprarrenais;

### Resultado:

- Elevação do volume do sangue;
- Elevação da Pressão Arterial;

## Aldosterona

Produzida nas **suprarrenais**.

### Estímulo:

- Queda da pressão arterial.

### Efeitos:

- Secreção de  $\text{K}^+$
- Reabsorção de  $\text{NaCl}$
- Reabsorção de  $\text{H}_2\text{O}$

### Resultado:

- Aumento do vol. do sangue;
- Elevação da Pressão Arterial;

# Hormônio: Eritropoetina (EPO)

Produzida no próprio **rim**.

## Estímulo:

- Estresse hipóxico (ex: falta de oxigênio, grandes altitudes...)
- Queda do número de hemáceas (ex: anemias, hemorragias, ...)

## Efeitos:

Estimula a **eritropoiese**: proliferação das células-tronco precursoras de glóbulos vermelhos (eritrócitos -> hemácias) ao nível da medula óssea.

**OBS: Doping!** Quando exógeno, a EPO é usada como uma droga para melhorar o desempenho.



# Rins e a Regulação do pH sanguíneo

Dá-se, principalmente, pela regulação da excreção e reabsorção de  $\text{H}^+$  e  $\text{HCO}_3^-$ .

- **Reabsorção de Bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ):** em geral, todo o bicarbonato filtrado é reabsorvido de forma indireta, na forma de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , pela ação da anidrase carbônica.



- **Secreção de íons  $\text{H}^+$ :** torna a urina ligeiramente ácida.

**Acidose sanguínea:** aumento da reabsorção de íons  $\text{HCO}_3^-$  e aumento da secreção de  $\text{H}^+$ .

**Alcalose sanguínea:** redução da reabsorção de íons  $\text{HCO}_3^-$  e redução da secreção de  $\text{H}^+$ .

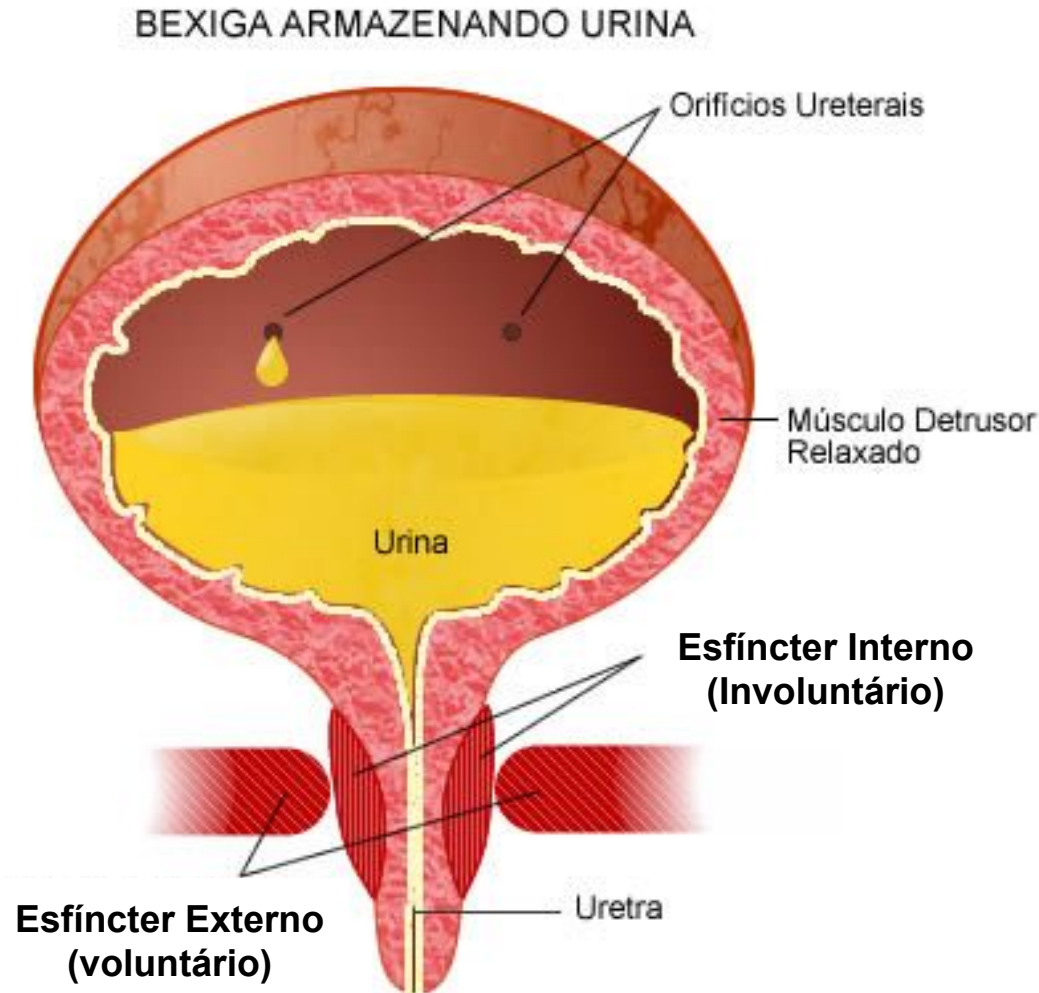
# Bexiga

Órgão oco, de paredes musculares e elásticas.

**Função:** armazenar urina.

**600 - 800 ml de urina!**

O relaxamento de ambos os esfíncteres libera a urina da bexiga e possibilita a micção.



# Diálise Peritoneal e Hemodiálise

**Rim artificial:** a máquina filtra o sangue do paciente com deficiência renal e remove substâncias tóxicas e excesso de água.



Ambas apresentam o mesmo efeito. O médico deve definir qual é a melhor opção. É comum alternar as técnicas.

# Transplante Renal

Um rim saudável (de uma pessoa viva ou falecida) é doado a um paciente com insuficiência renal crônica avançada.

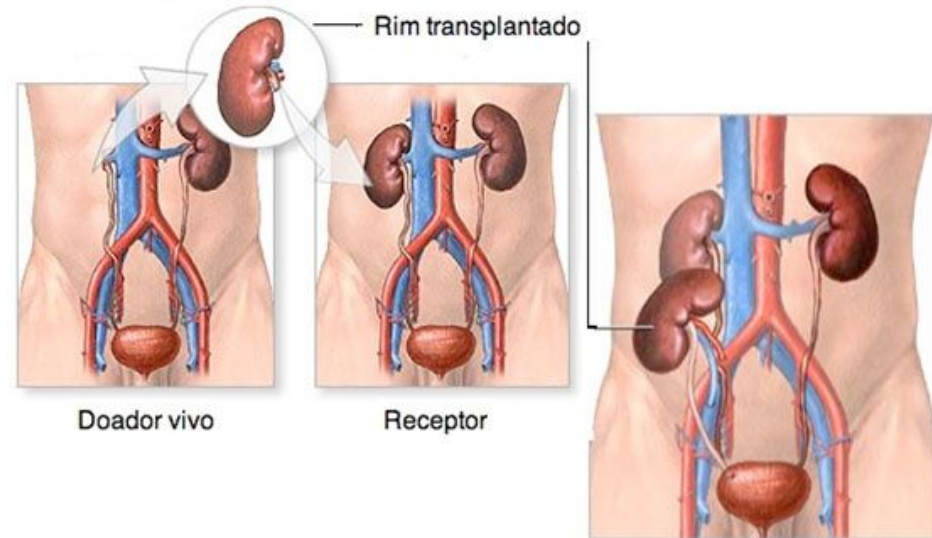
Os rins do paciente permanecem onde estão, a menos que estejam causando infecção ou hipertensão.

Doador falecido: é necessário estar inscrito na **lista única de receptores** de rim.

Critérios de seleção são compatibilidade com o doador e tempo de espera em lista.

Doador vivo: é necessária uma autorização judicial.

É necessário tomar de forma contínua **imunossupressores**, para evitar rejeição do órgão.





# Sistema Excretor: Glândulas Sudoríparas

Produzem e eliminam um líquido sem cheiro chamado de **suor**.

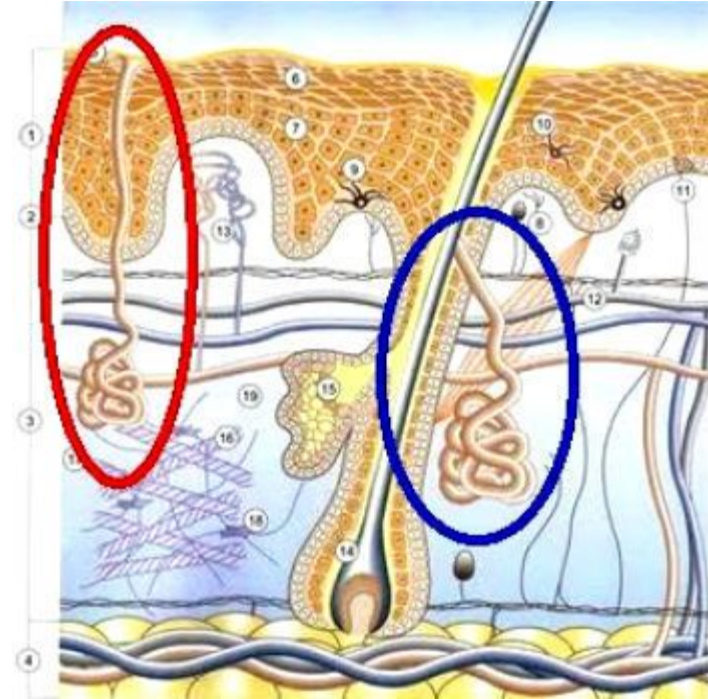
**Função:**

- Controle da temperatura corporal.
- Eliminação de substâncias tóxicas.

**Composição do suor:** principalmente, **água**. Mas também estão presentes: **ureia**, **ácido úrico** e **cloreto de sódio**.

Alguns alimentos e medicamentos, como alho, cebola, antibióticos, vitaminas e algumas toxinas, também podem ser eliminados pelo suor.

Em nosso corpo há cerca de **dois milhões de glândulas sudoríparas!**



Glândula écrina (vermelho) e glândula apócrina (azul).

# Sistema Excretor: Glândulas Sudoríparas

## Glândulas Sudoríparas Apócrinas

- Maiores e menos frequentes.
- **Local:** axilas, aréolas mamárias e região genital/anal.
- Secreções lançadas nos **canais dos folículos pilosos**.
- Tornam-se ativas a partir da **puberdade**.
- Suor mais **viscoso** (rico em proteínas e ácidos graxos).
- **O suor não tem cheiro!** O típico odor é resultado da ação de bactérias no local que metabolizam as proteínas e os ácidos graxos presentes no suor, produzindo substâncias que com odor desagradável, como o ácido isovalérico e a androsterona.

## Glândulas Sudoríparas Écrinas

- Menores e mais frequentes (em quase toda a extensão da pele).
- Concentram-se nas palmas das mãos, plantas dos pés e testa.
- Liberam suas secreções diretamente na superfície da pele via **poros**.
- Suor mais **diluído** (pouca quantidade de proteínas).
- Ativas **desde o nascimento**.