



# REGULAÇÃO NOS SERES VIVOS

Biologia e Geologia

10º Ano

2009/2010

# Regulação Nervosa e Hormonal em Animais



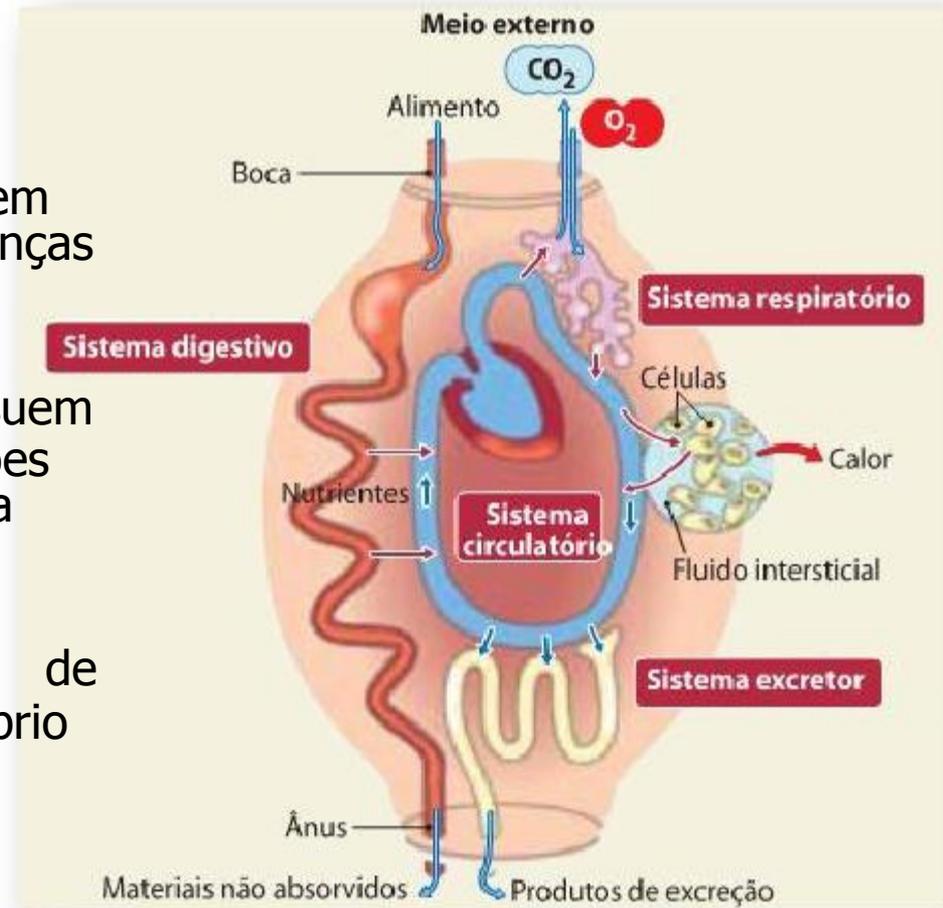
# Sistema e Homeostasia

## □ Sistema

- Toda a matéria e energia que existe dentro de um região bem definida.
- Termodinamicamente os sistemas são:
  - Abertos;
  - Fechados;
  - Isolados.

# Sistema e Homeostasia

- Todos os sistemas biológicos são abertos...
- As trocas que os organismos estabelecem com o meio conduzem a mudanças constantes nos seus componentes.
- No entanto os seres vivos possuem mecanismos que equilibram as alterações induzidas pelo meio externo, de modo a manter a constância no meio interno.
- Esta constância designa-se de **homeostasia**, que traduz um equilíbrio dinâmico nos sistemas biológicos.



# Sistema e Homeostasia

- Quando a homeostasia é corrompida, o sistema biológico entra num estado de desagregação denominado de **doença**.

- ▣ A capacidade do organismos recuperar da doença advém da capacidade do organismo restaurar o equilíbrio.
- ▣ Se por alguma razão o organismo não conseguir recuperar, o sistema encontra um fim, advindo a sua morte.



# Sistema e Homeostasia

- No sentido de evitar a perda de homeostasia a actividade dos órgãos é controlada e regulada, respondendo às alterações do meio interno e externo por mecanismo de feedback.

- **Feedback negativo**

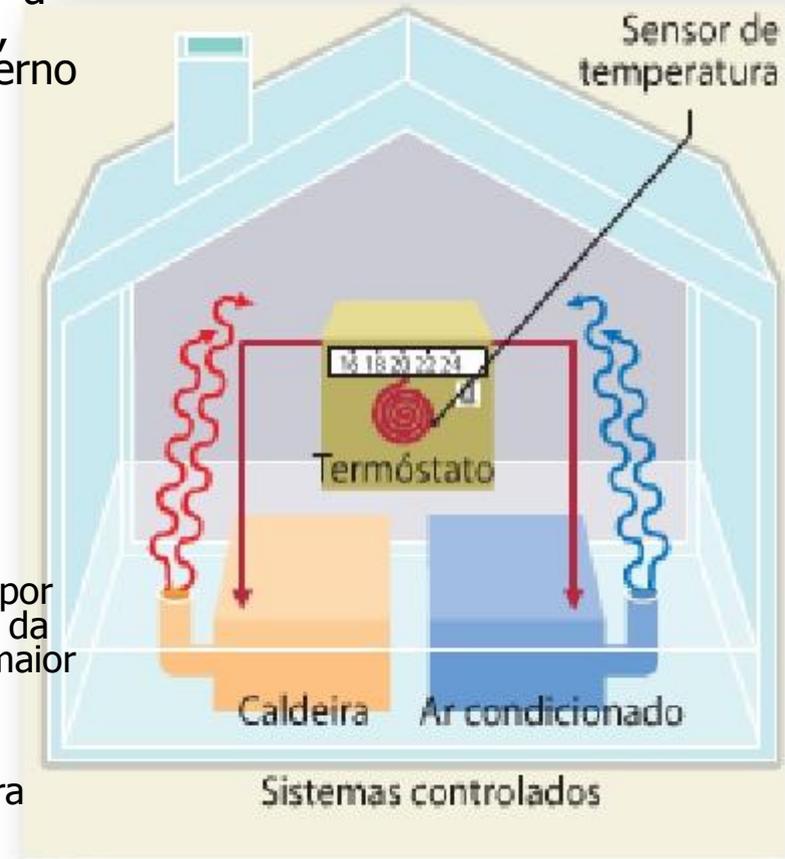
- **Feedback positivo**

- Nos sistemas biológicos a regulação faz-se essencialmente por feedback negativo.

- Existem situações, raras, em que o controlo é feito por feedback positivo, como por exemplo o caso da estimulação sexual em que o estímulo leva a uma maior estimulação.

- O feedback negativo é no entanto o melhor processo para manter a estabilidade.

- Nos animais o processo de feedback são assegurados pelo sistema nervoso e pelo sistema hormonal ou endócrino.



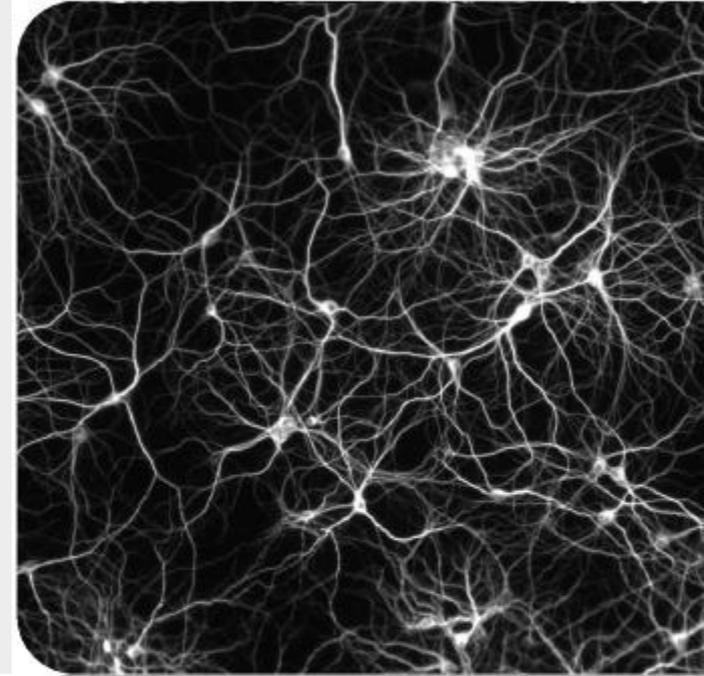
# Sistema nervoso e regulação nerv



Created by Dave Dine. (C) Rainbow Studios '02. All Rights Reserved

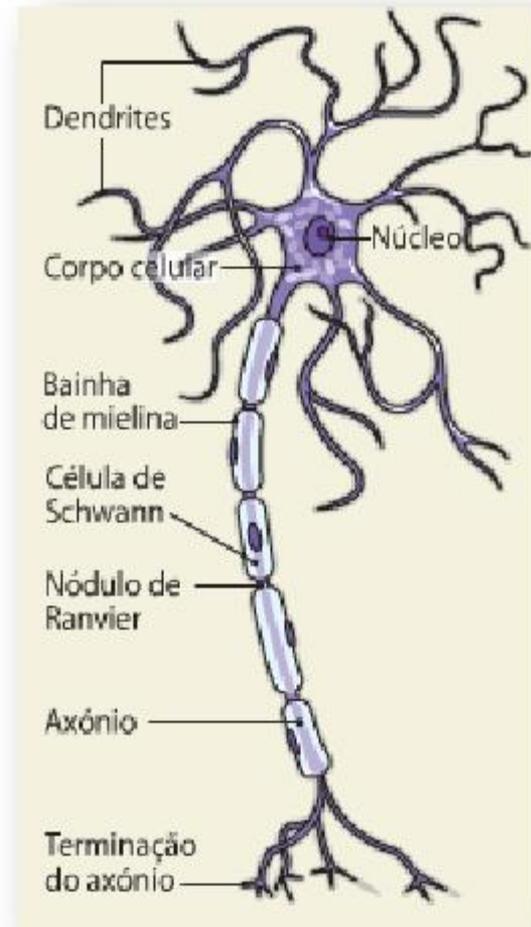
# Neurónios

- O sistema nervoso representa uma forma rápida de resposta às alterações do meio ambiente e interno.
- A unidade do sistema nervoso é o **neurónio**.
  - Estas células são altamente estimuláveis e capazes de detectar pequenas alterações do meio.
  - Em resposta a estes estímulos verifica-se uma alteração eléctrica, que percorre a sua membrana – **impulso nervoso**.

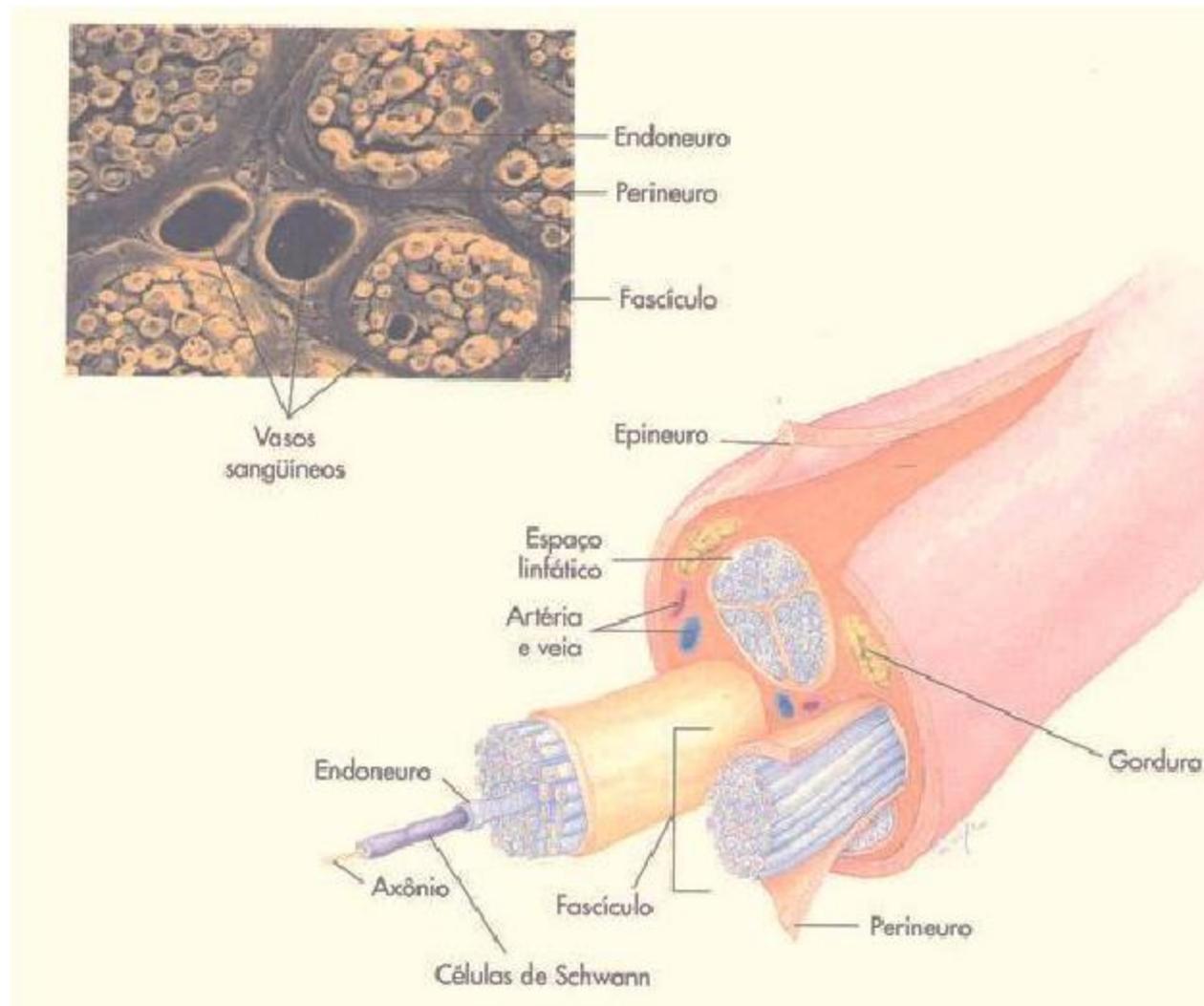


# Neurónios

- Os neurónios apresentam a seguinte constituição:
  - ▣ Corpo celular
  - ▣ Dendrites
  - ▣ Axónio
  - ▣ Terminação do axónio
  - ▣ Mielina
    - Bainha proteíca isolante
    - Ao conjunto do axónio e da bainha de mielina designa-se de fibra nervosa.
- As fibras nervosas reunidas em feixes envolvidos por uma capa de tecido conjuntivo constituem os nervos.

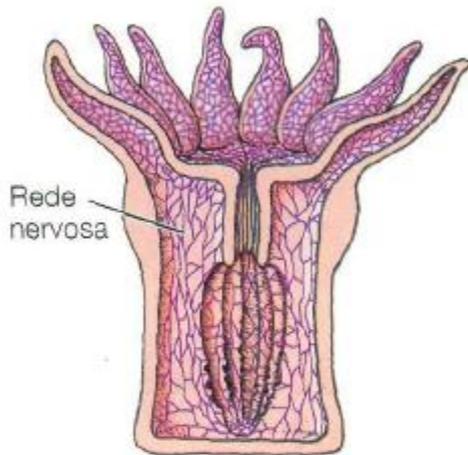


# Neurónios



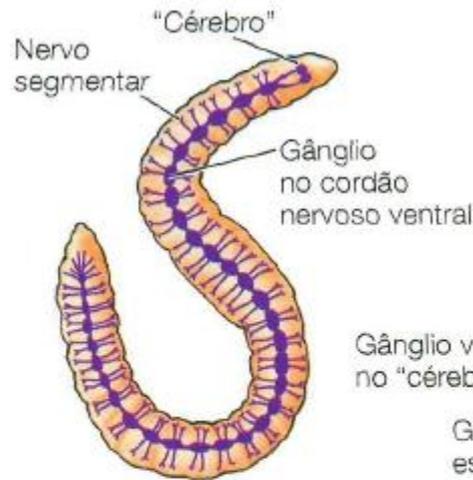
# Sistemas nervosos

(A) Anêmona-do-mar



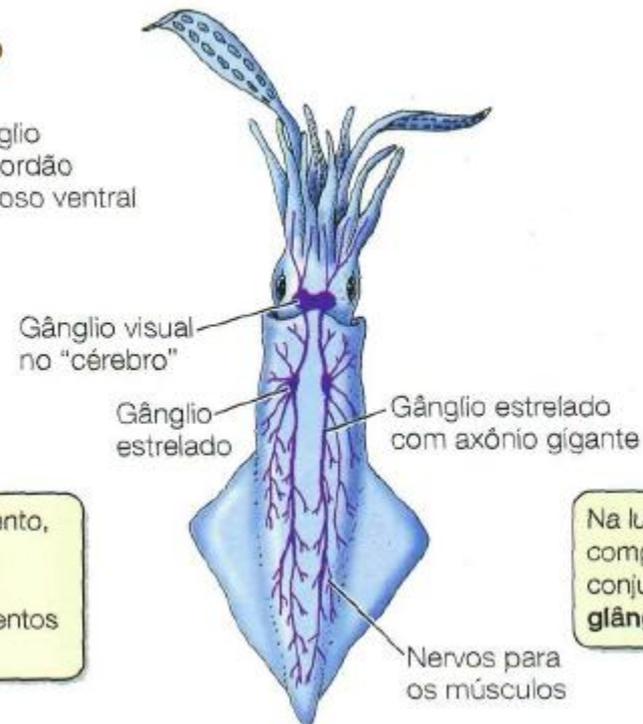
A **rede nervosa** serve para comportamentos simples como a contração e o relaxamento.

(B) Minhoca



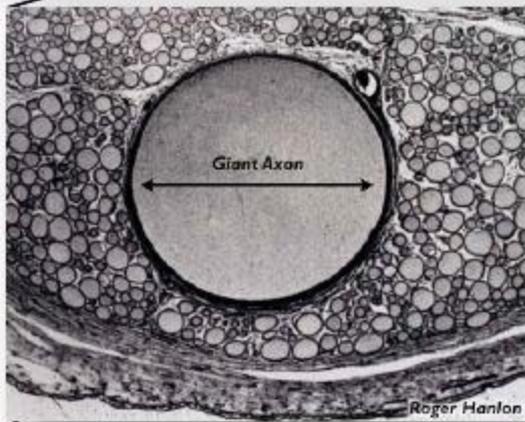
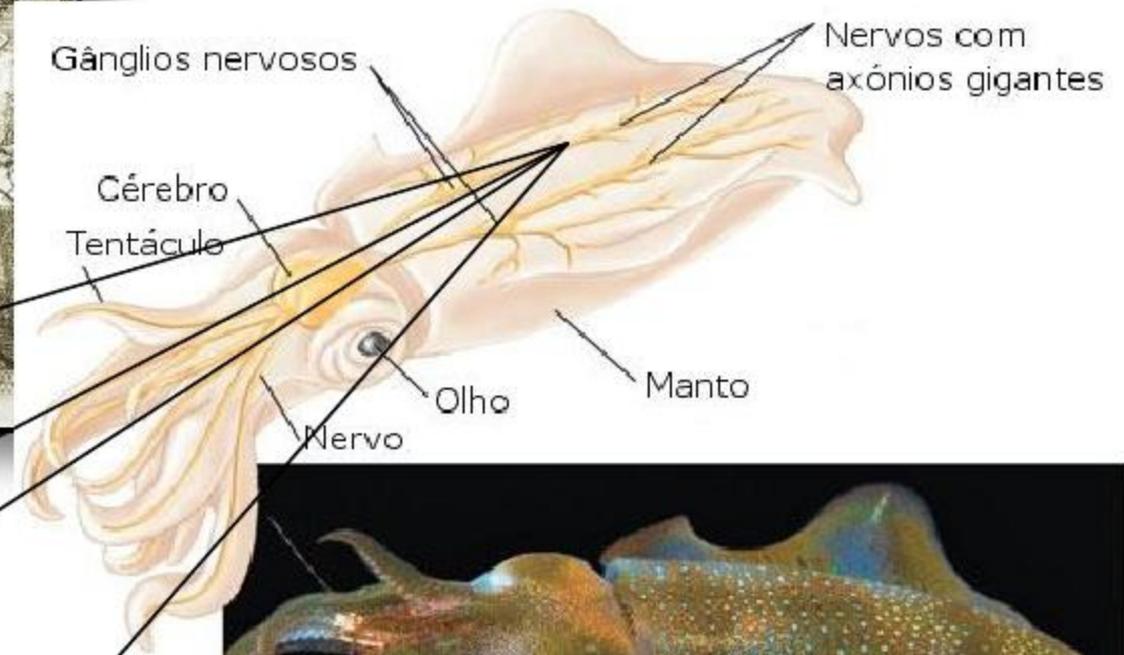
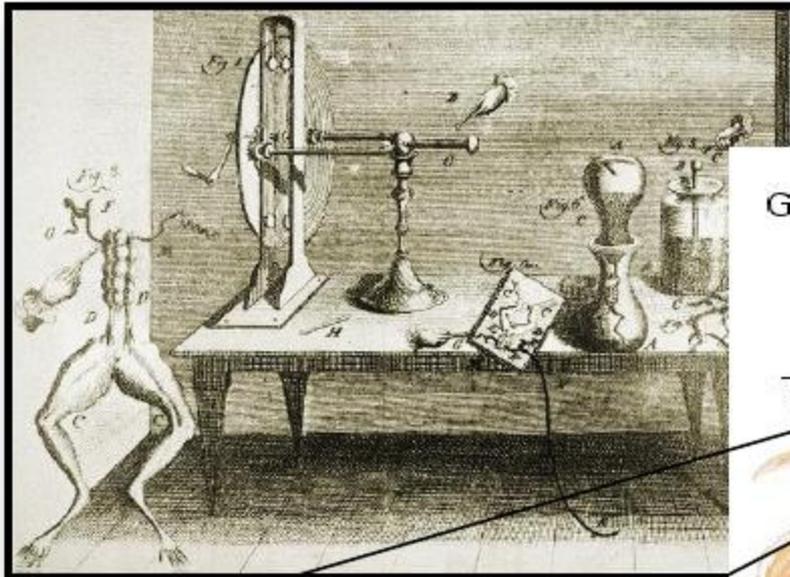
Na minhoca, em cada segmento, **os gânglios** coordenam os movimentos, e um "cérebro" anterior controla comportamentos mais complexos.

(C) Lula



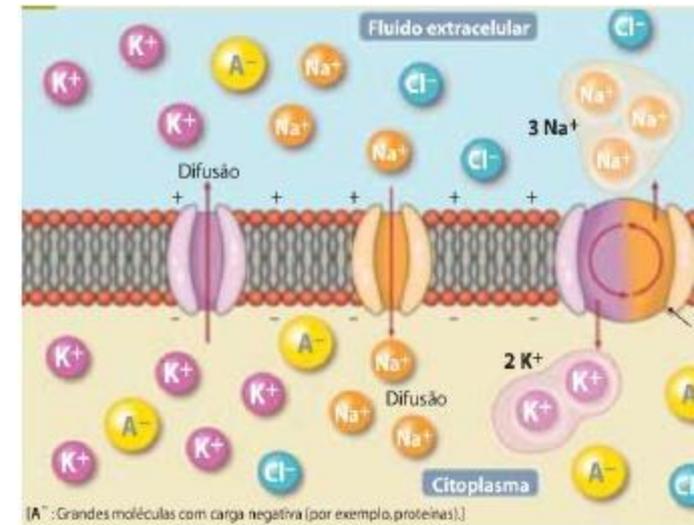
Na lula, comportamentos mais complexos são realizados por conjuntos de neurônios, nos **gânglios especializados**.

# Sistemas nervosos



# Impulso nervoso

- Todas as células, e de forma particular os neurónios, apresentam diferenças de concentração de iões entre a face interna e a face externa da membrana plasmática.
  - O fluído extracelular apresenta elevadas concentrações de  $\text{Na}^+$ , mas baixa de  $\text{K}^+$ .
  - O meio intracelular apresenta elevadas concentrações de  $\text{K}^+$ , mas baixas de  $\text{Na}^+$ .
  - Verifica-se que o citoplasma dos neurónios apresentam no total menor quantidade de iões positivos do que o meio extracelular.
    - Assim a superfície interna do neurónio apresenta carga negativa e superfície externa carga positiva.



# Impulso nervoso

- A diferença de cargas entre as duas superfícies gera um diferença de potencial eléctrico entre as duas faces da membrana – **potencial de membrana.**
- Que em situação de repouso – **potencial de repouso** é da ordem dos  $-70\text{mV}$  (o sinal negativo indica que o interior da célula tem carga global negativa).



# Impulso nervoso

Na membrana celular, existem canais que permite a passagem de  $K^+$  e  $Na^+$  de forma passiva.

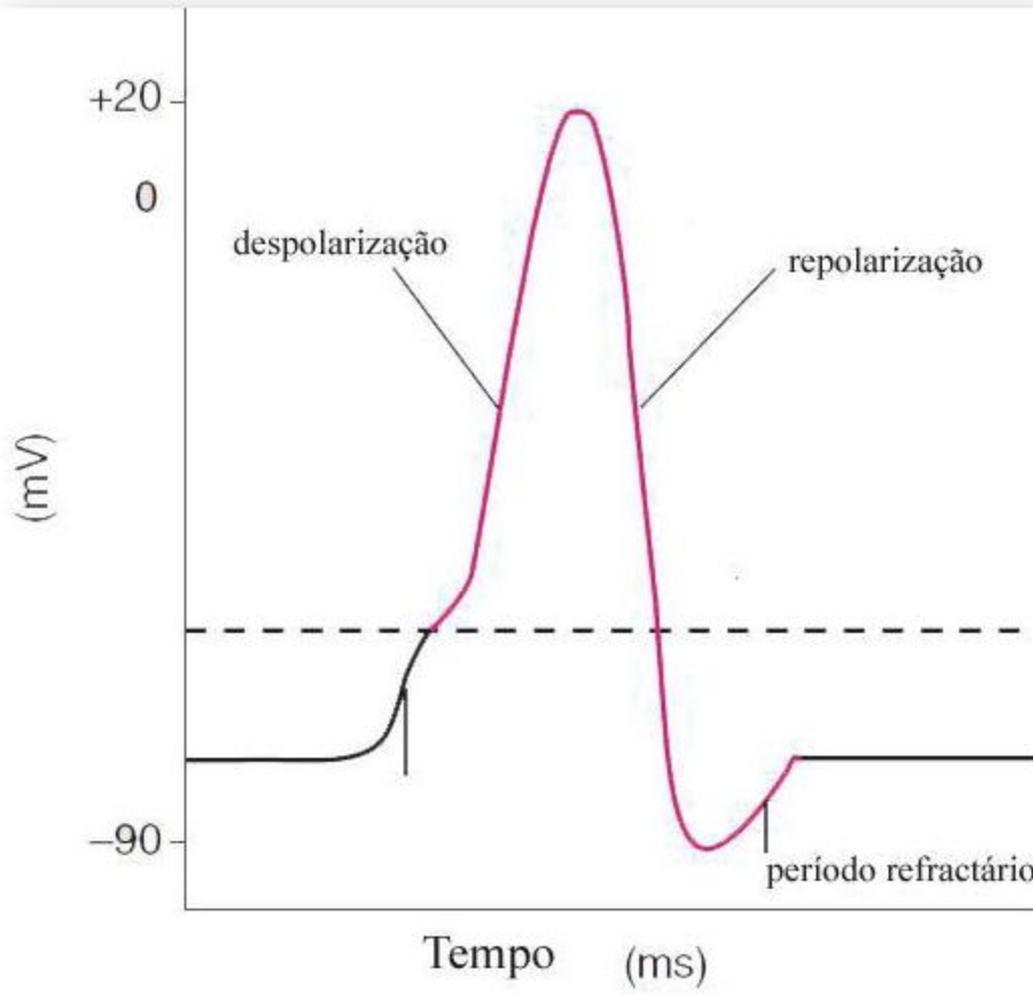
- Quando em repouso estes canais estão fechados.
- Quando o neurónio é estimulado abrem-se.

Quando um neurónio é atingido por um determinado estímulo, os canais de  $Na^+$  abrem-se levando a uma rápida entrada de sódio para o interior da célula.

- Esta entrada brusca de cargas positivas faz com que o potencial de membrana passe do  $-70mV$  para  $+35mV$ , a esta situação dá-se o nome de **despolarização**.
- A rápida alteração do potencial eléctrico que ocorre durante a despolarização designa-se de **potencial de acção** (e que se encontra na ordem dos  $105mV$ ).
- A despolarização de determinada região da membrana decorre durante cerca de  $1,5 ms$ , pois quando o potencial de acção atinge o seu pico, aumenta a permeabilidade da membrana ao  $K^+$  (há uma maior saída de potássio), enquanto a permeabilidade dos canais  $Na^+$  volta ao normal.
  - Verifica-se uma queda do potencial de membrana até atingir o seu valor de repouso – **repolarização**.



# Impulso nervoso



## Despolarização

- Abertura dos canais de  $\text{Na}^+$  (entrada no interior da célula de sódio);
- Formação de Potencial de Acção;
- Quando o Potencial de Acção atinge o valor máximo os canais de  $\text{K}^+$  abrem (saída de potássio para o exterior da célula);

## Repolarização

- Pela saída de cargas positivas para o exterior da célula o potencial de membrana diminui para o valor de repouso.

# Impulso nervoso

□ A estimulação de um neurónio obedece **à lei do tudo ou nada.**

□ Ou seja para que o neurónio seja estimulado é necessário um estímulo de intensidade mínimo.

□ O estímulo mínimo necessário para desencadear um potencial de acção denomina-se de **estímulo limiar.**

■ Se o estímulo tiver intensidade menor que o limiar, não se gera potencial de acção.

■ Se o estímulo tiver intensidade igual ou superior ao limiar gera-se um potencial de acção de intensidade máxima, ou seja, é independente da intensidade do estímulo.

□ O potencial de acção gerado na área da membrana estimulada, propaga-se à área vizinha, conduzindo a sua despolarização, verifica-se então uma sucessão de despolarização e repolarização ao longo da membrana do neurónio.

□ Esta onda de despolarização/repolarização constitui o **impulso nervoso.**

# Transmissão do impulso nervoso ao longo dos neurónios

- A velocidade de propagação do impulso nervoso varia de neurónio para neurónio e de animal para animal.
  - Podem ir dos 0,1m/s (anémonas) aos 120m/s (nervos motores de alguns mamíferos).
  - Esta diferenças relacionam-se com as diferenças estruturais dos neurónios.
    - Neurónios mais estreitos apresentam menores velocidades, pois estes apresentam maior resistência interna ao fluxo.
    - Em invertebrados a velocidade pode chegar ao 1m/s pois apresentam neurónios de maior diâmetro.
    - No Vertebrados por seu lado as velocidades são maiores embora não apresentem neurónios de grande diâmetro.

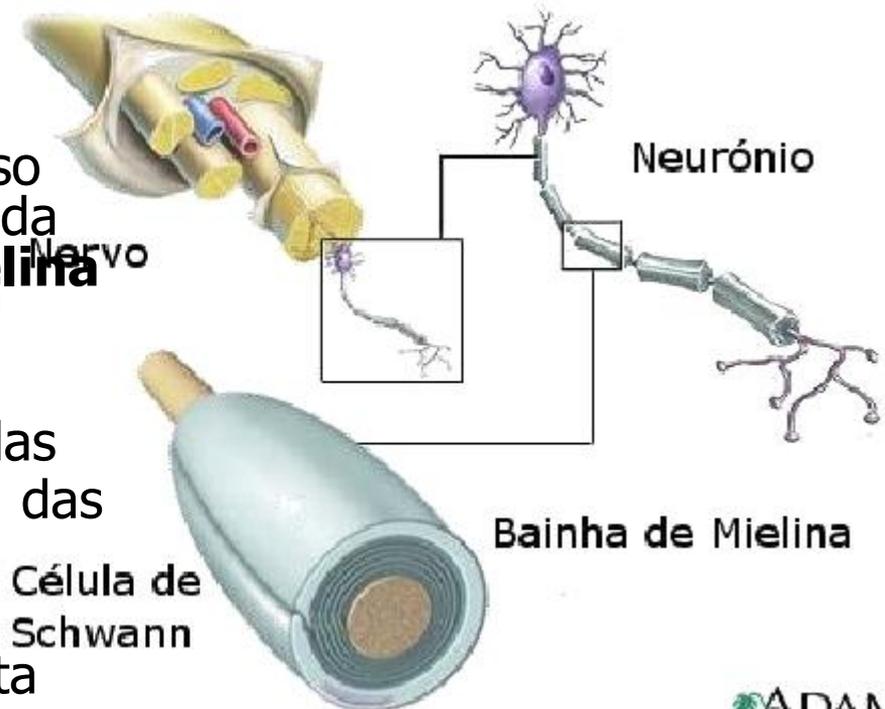
# Transmissão do impulso nervoso ao longo dos neurónios

Os neurónios dos vertebrados apresentam uma estrutura ligeiramente diferente dos neurónios dos restantes seres vivos.

A rápida propagação do impulso nervoso nos vertebrados é garantida pela presença da **bainha de mielina** que recobre os axónios.

Esta bainha é formada por camadas concêntricas de membranas das **células de Schwann**.

Nem todo o axónio se apresenta recoberto pela bainha de mielina, os espaços entre duas células de Schwann denominam-se de **nódulos de Ranvier**.



# Transmissão do impulso nervoso ao longo dos neurónios

- Nos neurónios mielinizados o potencial de acção despolariza unicamente o axónio nos nódulos de Ranvier.
  - ▣ Isto porque a despolarização é impedida pelo efeito isolante da bainha de mielina.
  - ▣ Assim a despolarização ocorre por saltos entre os nódulos de Ranvier, o que faz com que o impulso nervoso percorra o neurónio mais rapidamente.

# Transmissão do impulso nervoso entre os neurónios

- A passagem do impulso nervoso de um neurónio para outro ou outra célula, faz-se através das sinapses.
  - ▣ Região de contacto muito próxima entre a extremidade de um neurónio e a superfície de outras células.
    - Neurónios, células musculares, células sensoriais ou células glandulares.
  - ▣ Conhecem-se dois tipos de sinapses:
    - Sinapses químicas;
    - Sinapses eléctricas.

# Sinapse química

- Nestas sinapses existe um pequeno espaço.
  - **Fenda sináptica.**
- Quando o impulso nervoso atinge as extremidades do axónio pré-sináptico, libertam-se para a fenda sináptica substâncias químicas designadas **neurotransmissores.**
- Os neurotransmissores ligam-se a receptores da membrana da célula seguinte (célula pós-sináptica), desencadeando o impulso nervoso, que assim continua a sua propagação.

# Sinapse química

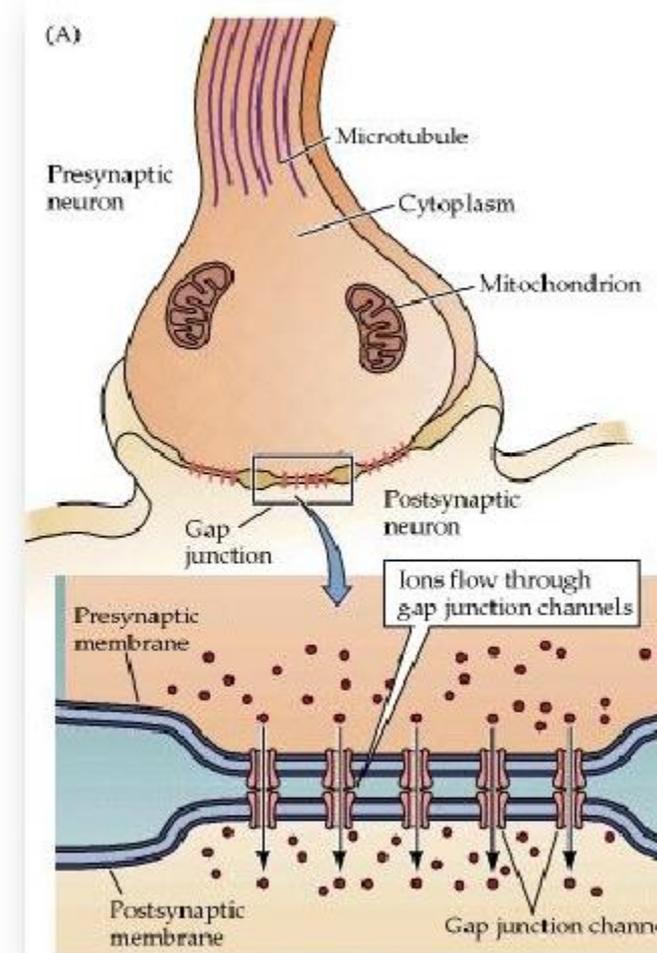
- Os neurotransmissores encontram-se armazenadas em vesículas.
- O impulso nervoso induza fusão dessas vesículas com a membrana do axónio.
  - Os neurotransmissores ao ligarem-se aos receptores da membrana do neurónio pós-sináptico conduzem à abertura dos canais iónicos associados a esses receptores;
  - Ocorre a entrada de  $\text{Na}^+$  na célula;
  - Isto provoca a despolarização da membrana do neurónio originando o impulso nervoso nessa célula.

# Sinapse química

- Um caso particular de sinapse química é aquela que ocorre entre um neurónio e as células musculares.
- A zona de contacto entre o neurónio e a célula muscular denomina-se de **placa motora**.
- Nesta situação o neurotransmissor é a **acetilcolina**.
  - Responsável pela contracção muscular.
  - A inserção de uma substância como a enzima acetil-colinesterase impede que a acetilcolina continue a estimular os neurónios, bloqueando o impulso.

# Sinapses eléctricas

- Embora menos comuns, as sinapses eléctricas permitem uma transmissão do impulso nervoso mais rápido.
- Isto acontece pois o potencial de acção é transmitido directamente do neurónio pré-sináptico para o neurónio pós-sináptico.
  - Tal situação ocorre pois existem pontos de contacto entre as membranas dos dois neurónios.
    - Permitem a propagação da despolarização de forma quase continua.
  - Este tipo de sinapse está presente no Sistema Nervoso Central (SNC) que está envolvido em respostas rápidas.



# Sistema Endócrino

## Regulação Hormonal



# Sistema Endócrino

- Nos animais existe outro sistema de comunicação que permite a manutenção da homeostasia.

- **Sistema Endócrino**

- Constituído por:

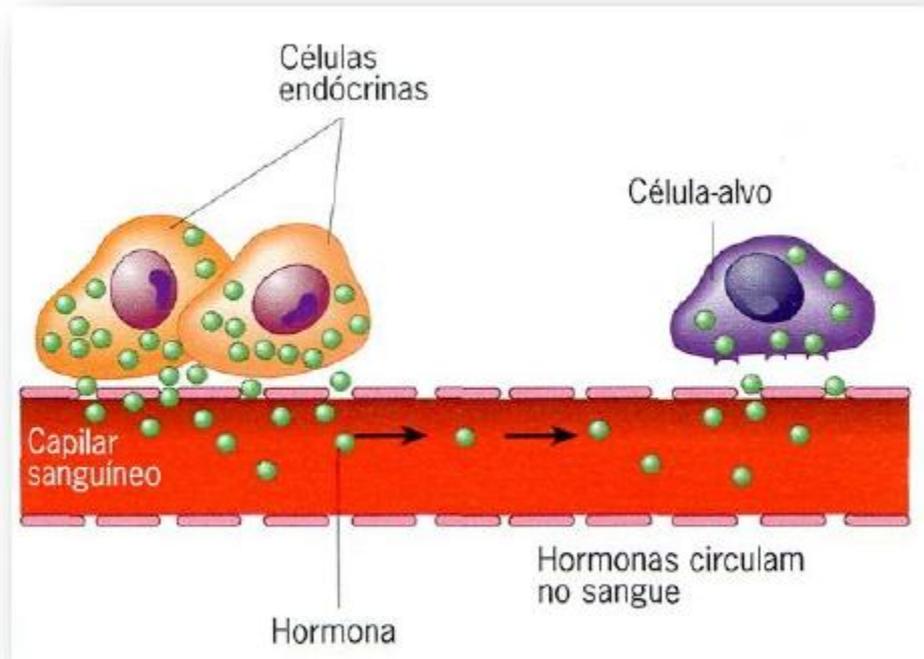
- Glândulas secretoras;

- Hormonas.

- As hormonas são produzidas ao nível das glândulas e lançadas na corrente sanguínea até às células alvo.

# Hormonas

- As hormonas são específicas para determinada resposta pois apenas as células-alvos com os receptores específicos reconhecem determinadas hormonas.



# Interacção Sistema Endócrino-Sistema Nervoso

- Os dois sistemas (endócrino e nervoso) interagem um com o outro.
- De facto grande parte do sistema endócrino é controlado directa ou indirectamente pelo sistema nervoso ao nível do hipotálamo.
- Esta região do cérebro estabelece o contacto anatómico e fisiológico entre os dois sistemas.

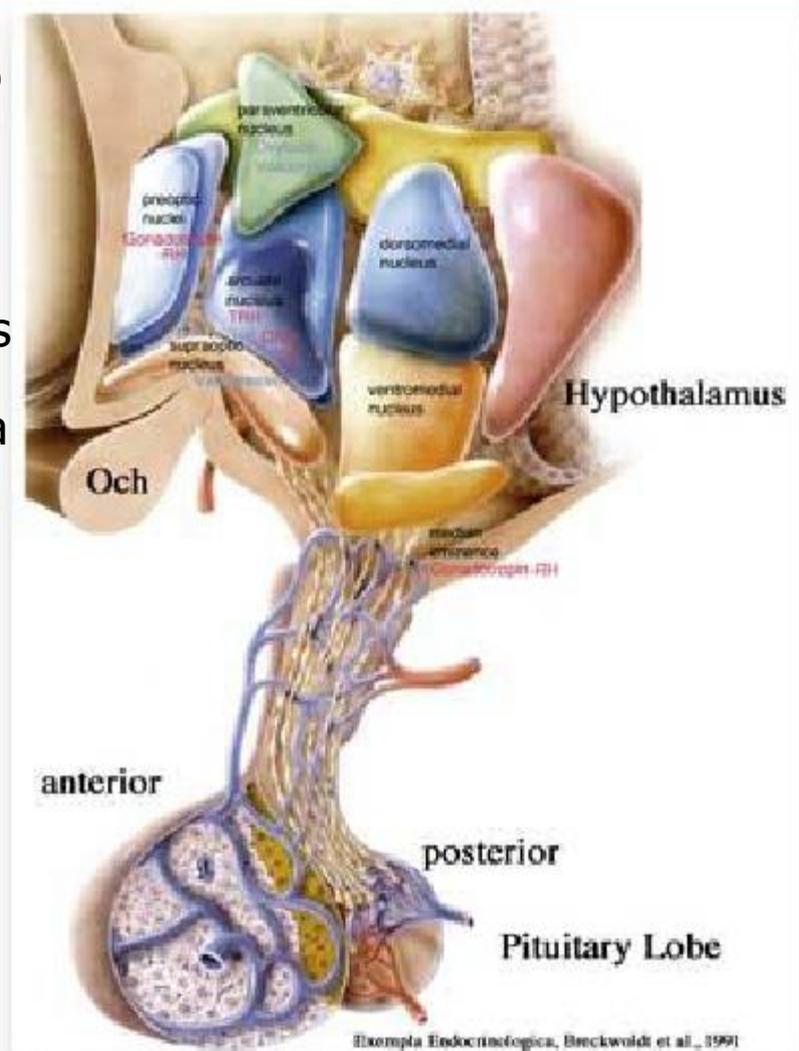


# Hipotálamo-Hipófise

- O hipotálamo recebe diversos estímulos, quer de outras partes do cérebro, quer de hormonas provenientes de todo o corpo circulando pela corrente sanguínea.
- Em resposta a estes estímulos os neurónios do hipotálamo produzem neuro-hormonas que atingem a **hipófise**.
- A hipófise é uma glândula que se encontra logo abaixo do hipotálamo e que se divide em duas regiões...

- **Lóbulo anterior** (natureza endócrina);

- **Lóbulo posterior** (natureza nervosa).



# Hipotálamo-Hipófise

- Algumas neuro-hormonas são encaminhadas até lóbulo posterior da hipófise e daí são levadas por todo o corpo via corrente sanguínea.
- Outras neuro-hormonas são levadas até ao lóbulo anterior e aí estimulam a hipófise a produzir toda uma série de hormonas hipofisárias que vão controlar diversos tecidos nomeadamente outras glândulas endócrinas (de certa forma controlando-as).
  - Por esta razão a hipófise é denominada de glândula mestre.

# Termoregulação

Exemplo de regulação nervosa



# Homeotérmicos e Poiquilotérmicos

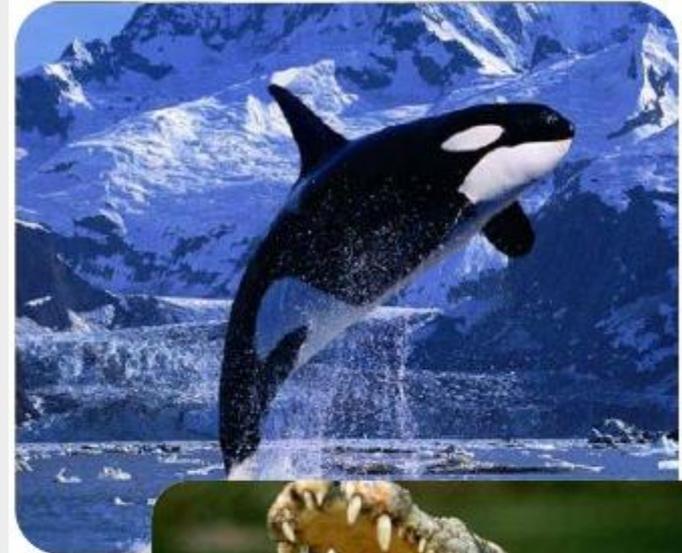
Conforme a sua capacidade de regular a sua temperatura os animais podem ser classificados em:

## Homeotérmicos

- São animais que conseguem manter a sua temperatura interna constante, aumentando ou diminuindo a sua taxa metabólica.
- Estes animais são também conhecidos por **endotérmicos** pois a fonte de calor provém do próprio corpo (endo=interior).

## Poiquilotérmicos

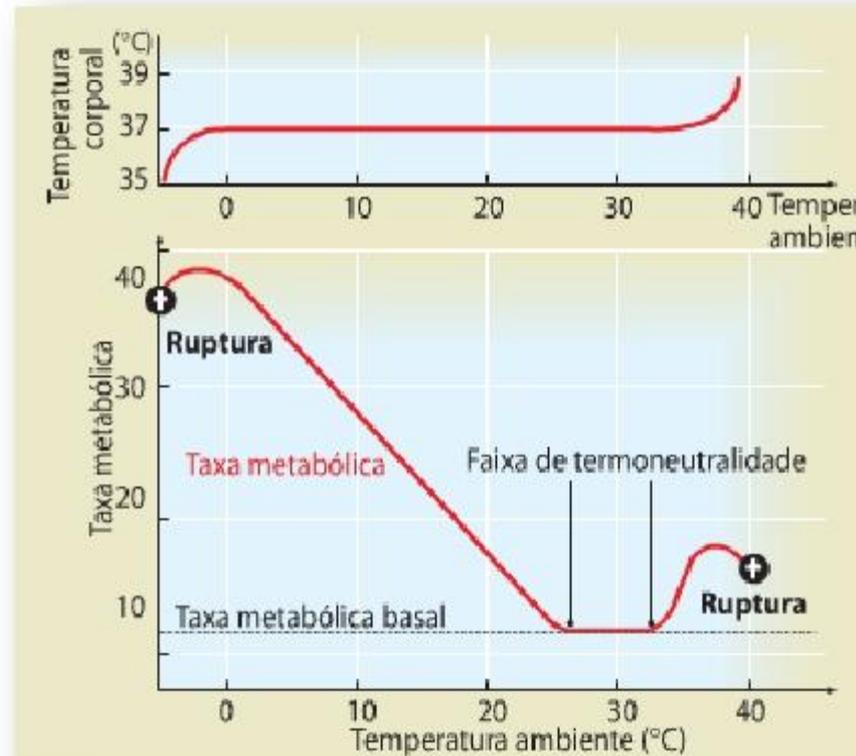
- São animais que não conseguem manter a sua temperatura corporal constante, pois a sua taxa metabólica não consegue fazer variar a temperatura do corpo.
- Estes animais precisam de fontes externas de calor para aquecer o seu corpo pelo que também são conhecidos como **ectotérmicos**.



# Controlo da temperatura

Os animais endotérmicos têm uma faixa de **termoneutralidade**.

- Faixa de temperatura adequada e na qual o corpo regula a temperatura por alterações de trocas de calor, através da pele, mantendo a taxa metabólica no seu nível basal.
- No seguinte exemplo a faixa de termoneutralidade encontra-se entre os 27 e os 32°C.
  - Abaixo dos 27°C o animal aumenta a sua taxa metabólica de modo a aumentar a temperatura corporal.
    - Em temperaturas inferiores a 0°C o calor produzido pelas reacções metabólicas não conseguem compensar as perdas de calor.
  - Acima dos 32°C o animal inicia processos activos de perda de calor produzindo suor ou tornando-se ofegante.
    - Esta resposta requer o consumo de energia pelo que conduz também a um aumento do metabolismo.



# Factor limitante

- A temperatura é um factor regulável dentro de alguns limites.
- Se os limites forem ultrapassados a homeostasia é quebrada e a sobrevivência do animal comprometida.
- Por esta razão a temperatura é um **factor limitante**, pois condiciona a vida dos animais, sendo apenas possível dentro de determinados intervalos.



# Controlo da temperatura

Os mecanismos de termoregulação são regulados pelo **hipotálamo**, funcionando com um termóstato.

- Esta zona do cérebro desempenha muitas outras funções.
- Na pele **existem células termo-sensoriais**, que funcionam como receptores de calor e frio.
  - Quando estimuladas estas células geram um impulso nervoso que são conduzidos pelos nervos sensitivos e pela medula espinal até ao hipotálamo.
  - O hipotálamo está ligado ao centro vasomotor, localizado no bulbo raquidiano.
  - Este centro controla a vasodilatação e a vasoconstrição dos vasos sanguíneos.

# Controlo da temperatura

- A **vasodilatação** periférica – dilatação dos vasos sanguíneos da pele – permite o aumento da perda de calor.
- A **vasoconstrição** periférica permite a diminuição das perdas de calor , pois as trocas de calor são menores.
- Desta forma o organismo tem um mecanismo de regular a temperatura corporal .

# Controlo da temperatura

- Aumento da temperatura corporal
  - **Vasodilatação** – permite aumentar o ritmo de transferência de calor, até 8 vezes superior no caso do ser humano.
  - **Sudorese** – as glândulas sudoríparas são estimuladas a libertar suor, cuja evaporação permite arrefecer a superfície corporal.
  - **Redução da produção de calor** – tremores e reacções catabólicas geradoras de calor são fortemente diminuídas.

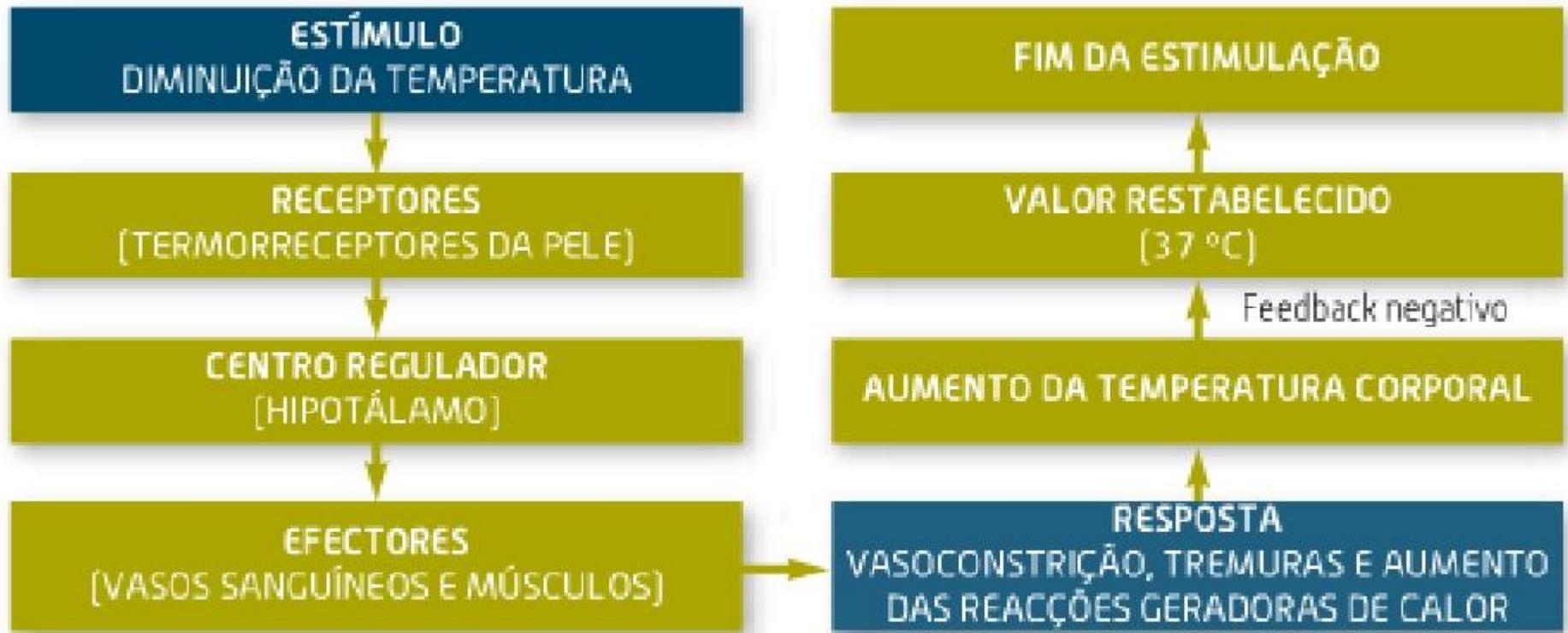
# Aumento da temperatura corporal



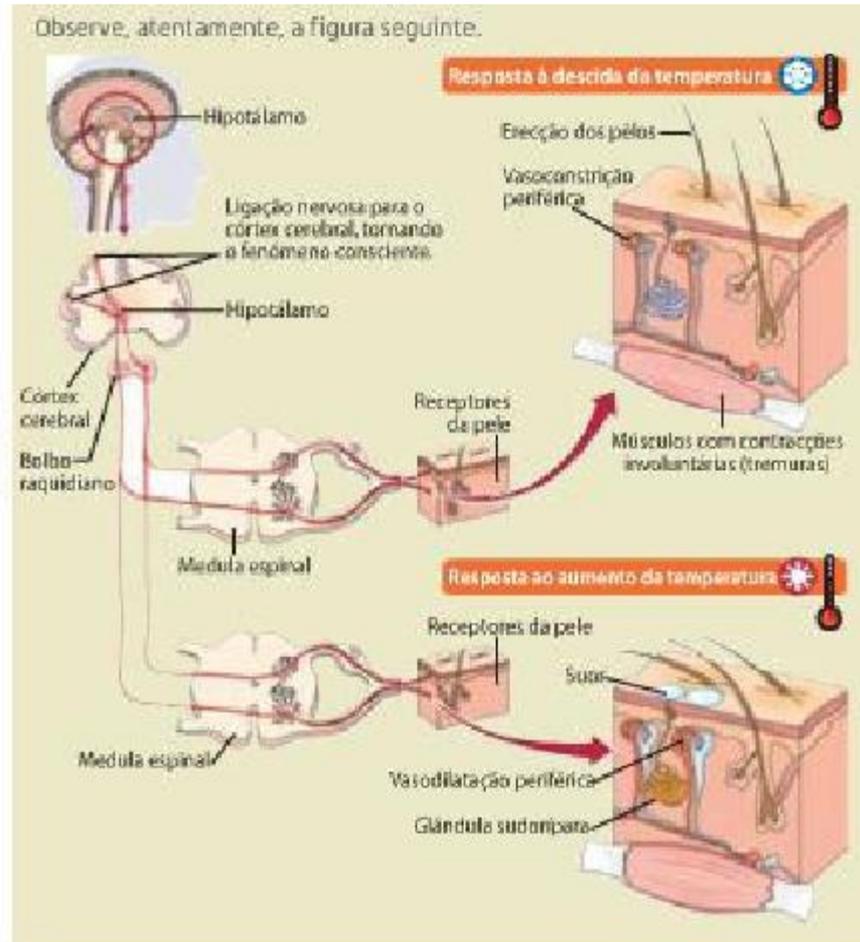
# Controlo da temperatura

- Diminuição da temperatura corporal
  - ▣ **Vasoconstrição** – ocorre constrição dos vasos sanguíneos essencialmente da zona da pele.
  - ▣ **Erecção dos pêlos** – os músculos erectores dos pêlos estimulados no sentido de colocar os pêlos o mais próximo da vertical, dessa forma cria-se uma camada de ar junto á pele, o que leva à diminuição do calor para o meio.
  - ▣ **Aumento da produção de calor** – aumenta a taxa metabólica, que se traduz em tremores e aumento das reacções catabólicas.

# Diminuição da temperatura corporal



# Controlo da temperatura



- Todo o mecanismo de controlo da temperatura é feito por feedback negativo.

# Osmorregulação



Um exemplo de  
regulação hormonal

# Osmorregulação

- Durante o metabolismo...
  - ▣ São consumidas substâncias como oxigênio, sais e nutrientes pelo que têm constantemente que ser repostos.
  - ▣ São geradas substâncias como excreções que têm que ser expelidos sob pena de se acumularem no organismo e como tal comprometerem a sobrevivência das células do organismo.



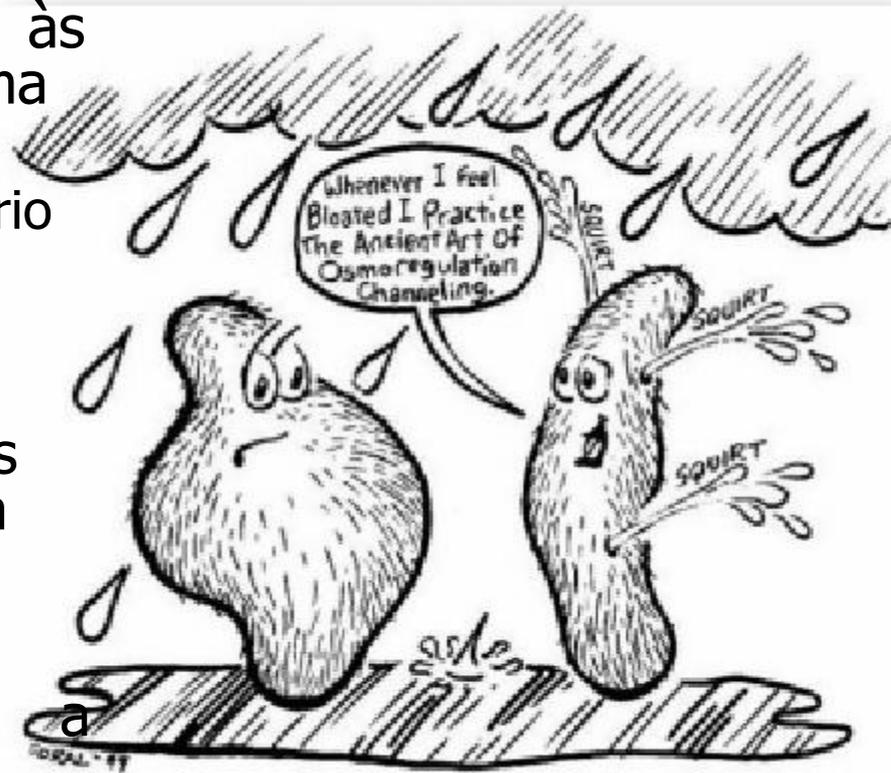
# Osmorregulação

Nos animais, o equilíbrio dinâmico do meio interno é mantido devido às actividades coordenadas do sistema circulatório, nervoso e hormonal.

Isto com vista a manter o equilíbrio fisiológico e a homeostasia.

Neste processo estão envolvidos órgãos como os rins, os pulmões/brânquias e o sistema digestivo.

O processo que permite a manutenção do equilíbrio da água e sais minerais denomina-se de **osmorregulação**.



# Osmorregulação

- Os processos e órgãos envolvidos na osmorregulação dependem de animal para animal e do ambiente onde estes se encontram.
- ▣ Os animais marinhos encontram-se num ambiente que a concentração de sais é elevada.
  - Nestas condições existem animais cuja concentração de sais no meio interno é idêntica à do meio envolvente, enquanto outros podem apresentar concentrações internas muito diferentes.

# Osmoconformantes

- A maioria dos invertebrados marinhos não regula a concentração de sais dos seus fluidos corporais, logo a sua concentração varia de acordo com a concentração da água do mar que os rodeia – **osmoconformantes**.
- No entanto há limites de salinidade.
  - Nenhum ser vivo é capaz de sobreviver com concentração interna idêntica a água doce ou da água do mar.
  - Isso levaria a desnaturação de proteínas e conseqüentemente à morte.
- Assim a salinidade é um **factor limitante**.



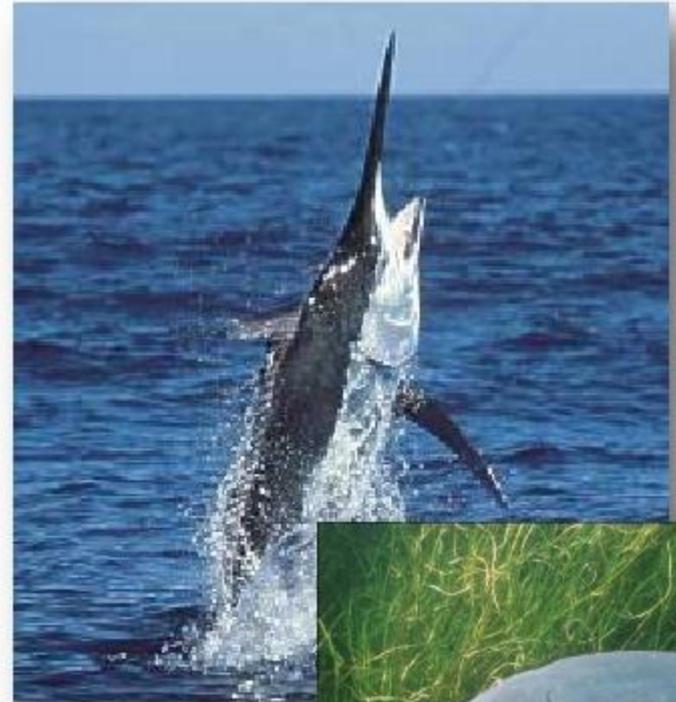
# Osmorreguladores

- Por outro lado existem seres vivos que apresentam concentrações internas muito diferentes das concentrações externas.
- Desta forma os seres vivos apresentam mecanismos que permitem a manutenção das concentrações internas face a variações das concentrações externas – **osmorreguladores**.
- Estes animais controlam a entrada e saída de água dos corpos, por osmose.
- Assim conseguem sobreviver numa grande gama de salinidade.

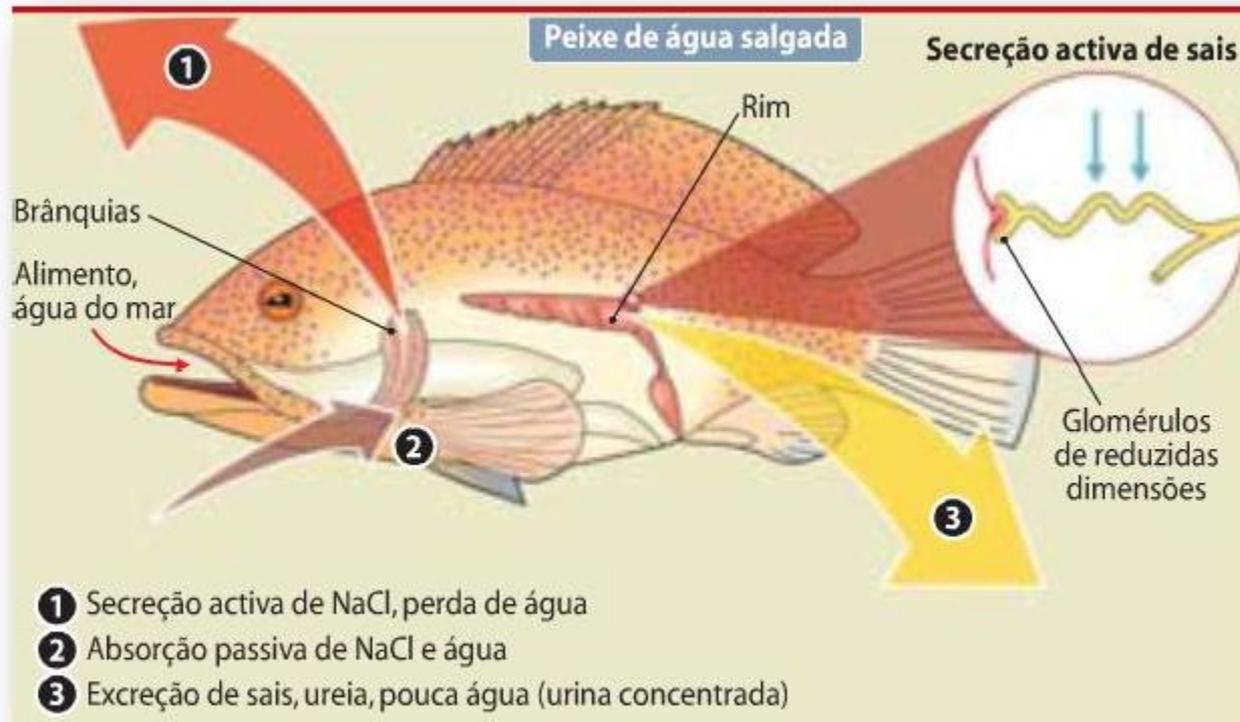


# Osmorregulação em meio aquático

- Quando se fala em meio aquático há que ter em conta o meio aquático...
  - ▣ Marinho
    - Nestes ambientes os peixes são hipotónicos em relação ao ambiente.
  - ▣ Dulciaquícolas
    - Nestes ambientes os peixes são hipertónicos em relação ao ambiente.

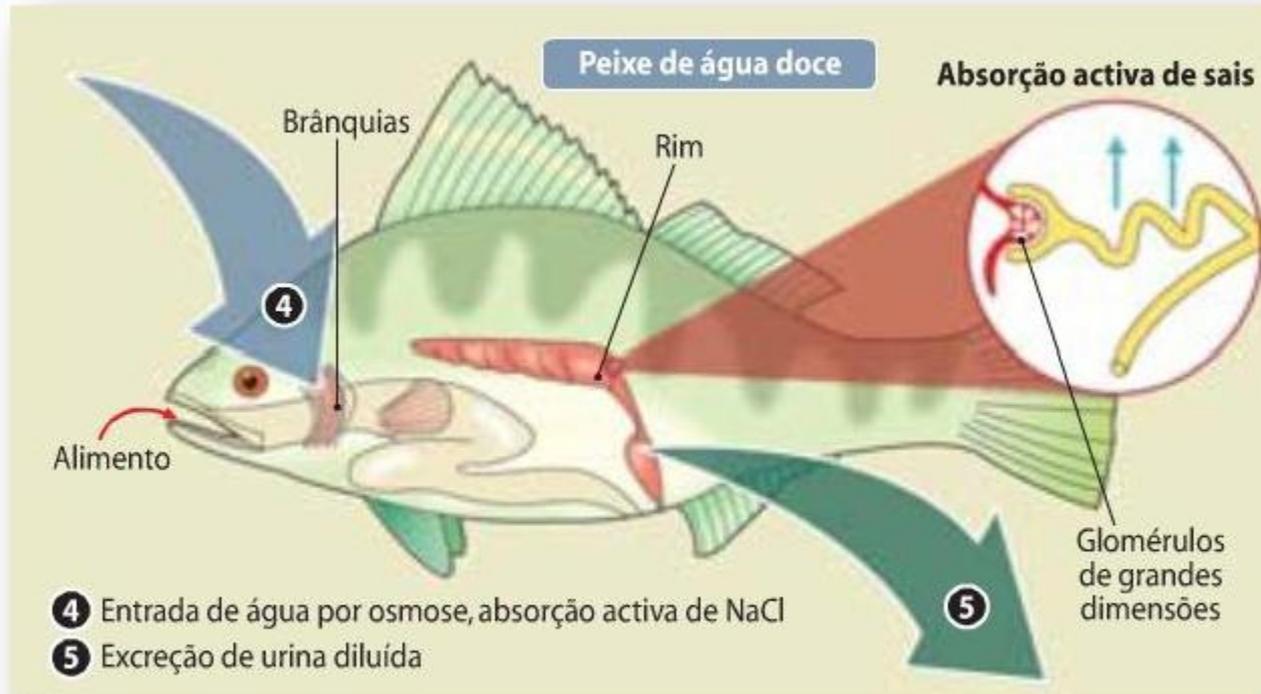


# Osmorregulação em meio marinho



- Sendo hipotónicos em relação ao meio, estes peixes tendem a perder água por osmose.
- Para compensar estas perdas:
  - Absorção de água salgada.
  - Ocorre transporte activo de sais em excesso ao nível das brânquias.
  - Produção de urina muito concentrada, pouca perda de água e secreção activa de sais ao nível do sistema excretor.

# Osmorregulação em meio dulciaquícolas



- Em meios dulciaquícolas os peixes apresentam um meio interno hipertónico, pelo que há tendência à entrada de água por osmose e os sais são perdidos por osmose.
- De modo a manter a homeostasia:
  - ▣ Ocorre transporte activo de sais ao nível das brânquias;
  - ▣ Produção de urina muito diluída e absorção de sais minerais ao nível do sistema excretor;
  - ▣ Absorção de sais dos alimentos ingeridos.

# Osmorregulação em meio terrestre

- Os animais terrestres perdem muita água na transpiração, urina e fezes.
- Para repor têm que ingerir pelo menos a mesma quantidade de água que perderam.
- A manutenção da quantidade de água e sais minerais nestes seres vivo é possível graças ao sistema excretor muito eficiente.

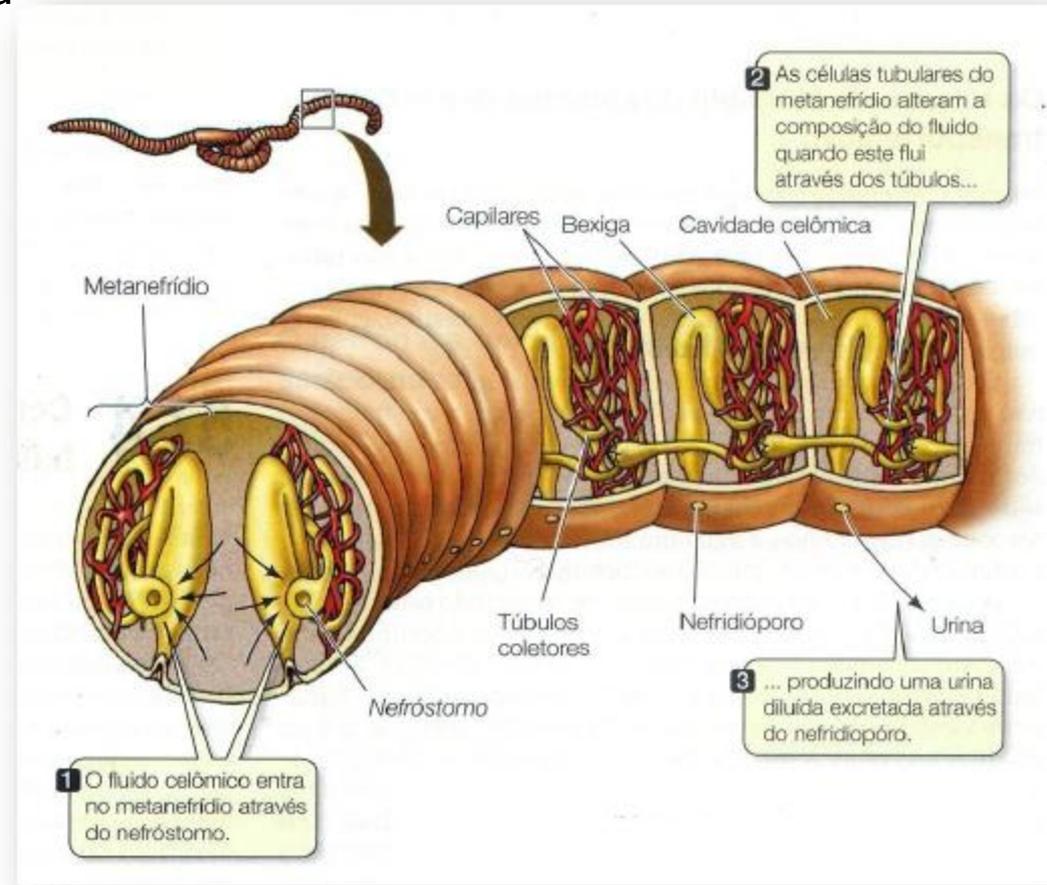


# Osmorregulação nos anelídeos

As minhocas apresentam um sistema excretor constituído por unidades filtradoras chamadas de **nefrídeos**.

Cada segmento do corpo apresenta um par de nefrídeo.

- Os nefrídeos são constituídos por um funil rodeado por cílios, que recolhem o líquido do segmento anterior.
- À medida que o líquido se desloca ao longo do nefrídeo ocorre absorção de algumas substâncias importantes para o organismo, que passam para os capilares que os rodeiam.
- Por outro lado outras substâncias são segregadas dos capilares para os nefrídeos.
- O líquido final é excretado por poros existentes à superfície do corpo, onde terminam os túbulos dos nefrídeos.



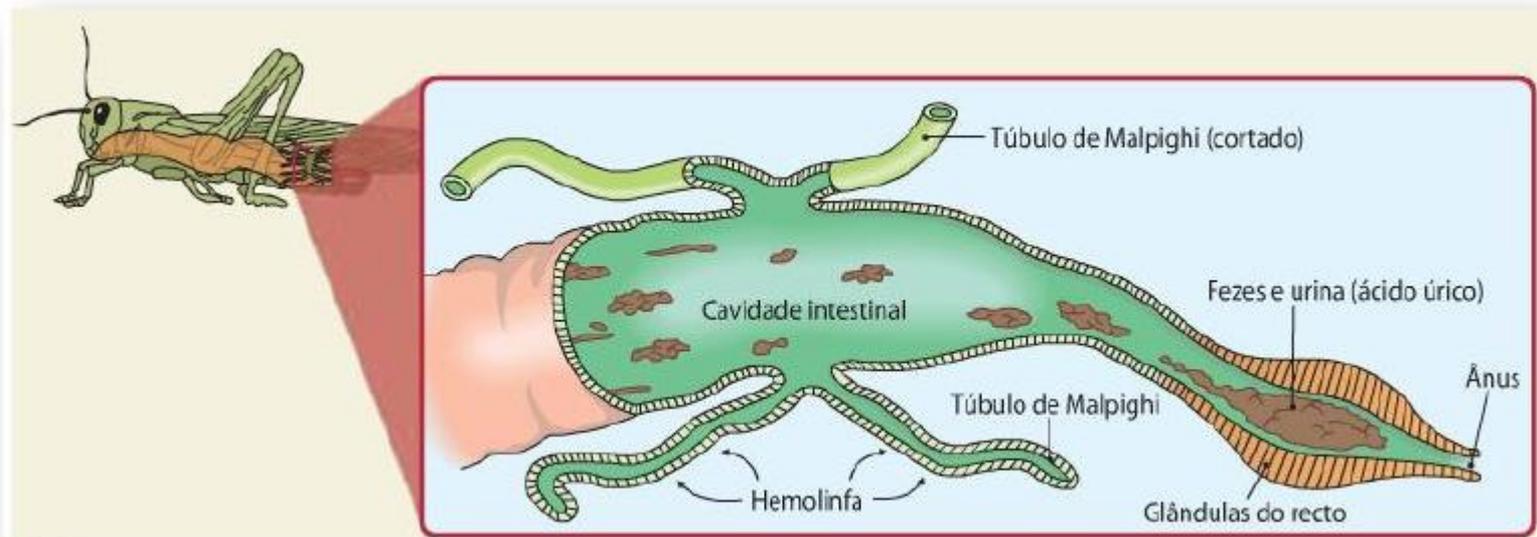
# Osmorregulação nos anelídeos

- A urina produzida é bastante fluída, pelo que as minhocas apresentam grandes perdas de água.
- No entanto essas perdas são facilmente compensadas pela entrada de água através da pele, por fenómenos osmóticos.



# Osmorregulação nos insectos

- Insectos e aranhas apresentam um sistema excretor constituído por **túbulos de Malpighi**.
- Estes operam conjuntamente com glândulas especializadas existentes na zona do recto.



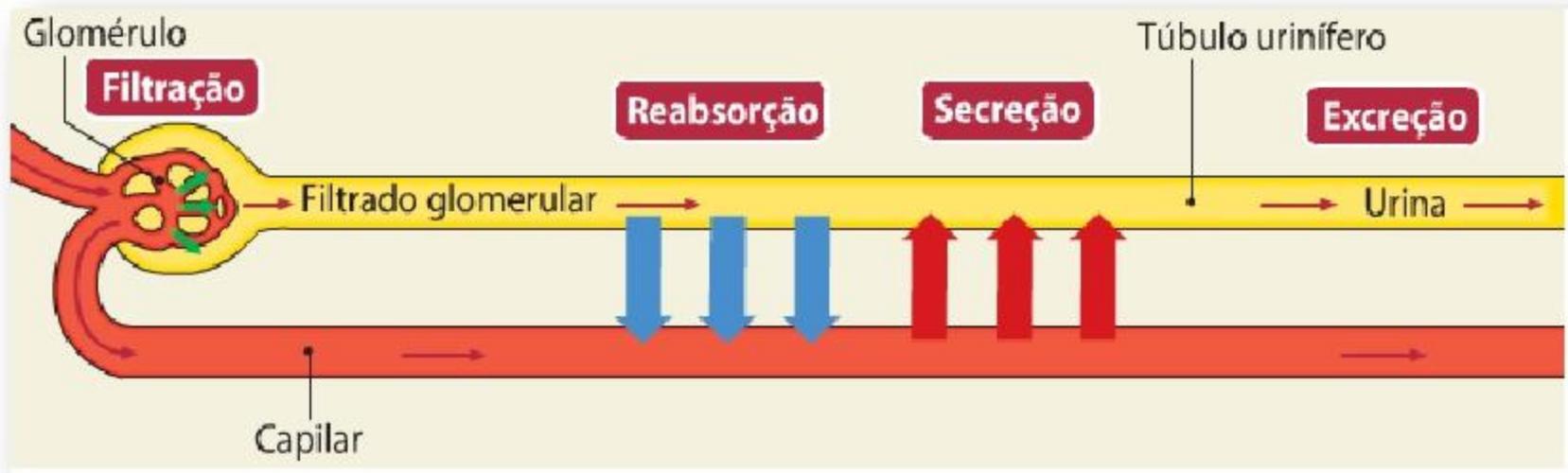
# Osmorregulação nos insectos

- Os túbulos de Malpighi encontram-se projectados para o hemocélio.
- Ai absorvem substâncias da hemolinfa, lançando-as no intestino onde se misturam com as fezes.
- Água e outros sais minerais são reabsorvidos pelas glândulas do recto.
- As restantes substâncias são eliminadas nas fezes.



# Osmorregulação nos vertebrados

- Nos vertebrados os órgãos excretores são os **rins**.
- Cada rim é formado por milhares de unidades filtradoras, que são diferentes de espécie para espécie.
- No entanto e de uma forma geral todas as unidades filtradoras dos rins dos vertebrados podem ser representadas pela seguinte imagem:



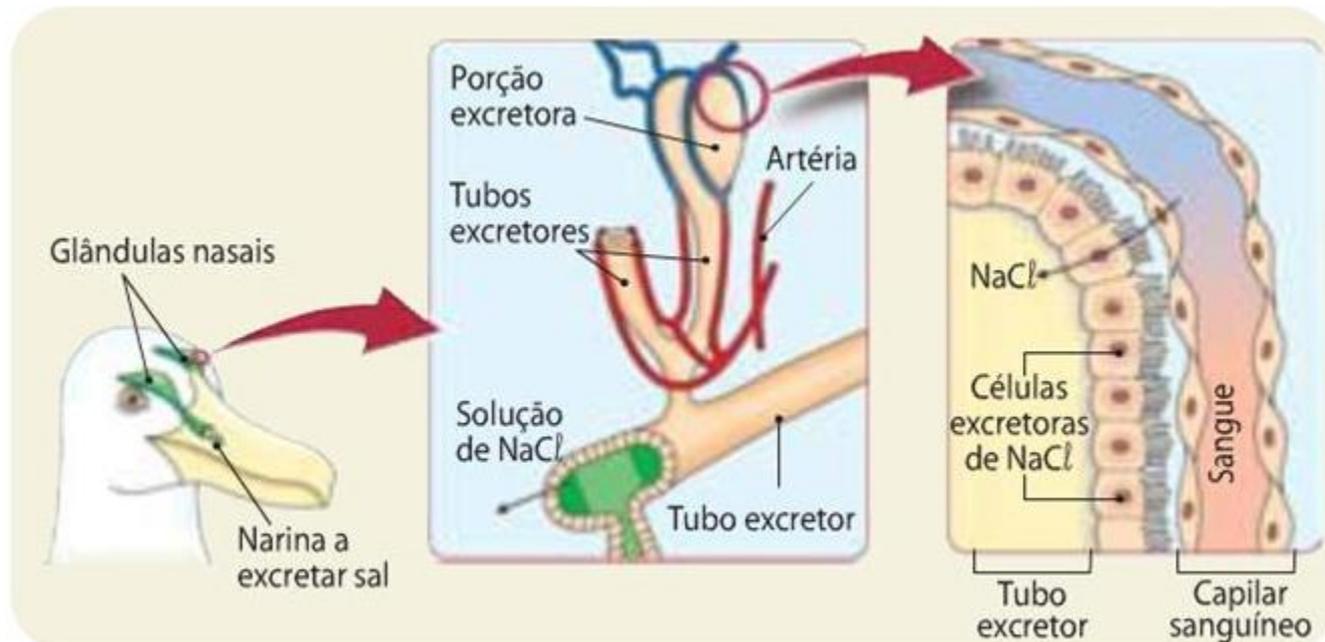
# Osmorregulação nos vertebrados

- Os rins além de eliminarem substâncias tóxicas dos organismos são ainda responsáveis pela regulação do volume e composição do meio líquido e interno dos animais terrestres.
- As aves apresentam elevadas taxas metabólicas devido à quantidade de energia dispendida no voo.
- Elevadas taxas metabólicas resultam em grandes perdas de água que são compensadas com produção de urina muito concentrada.



# Osmorregulação nos vertebrados

- Aves marinhas e alguns répteis ingerem água do mar (água salgada), juntamente com o alimento.
- Isto significa que estes animais ingerem grandes quantidades de sais para o seu corpo, os quais não conseguem ser todos excretados pelos rins.
- Assim estes seres vivos desenvolveram um mecanismo de excretar activamente o excesso de sais através das **glândulas nasais**.

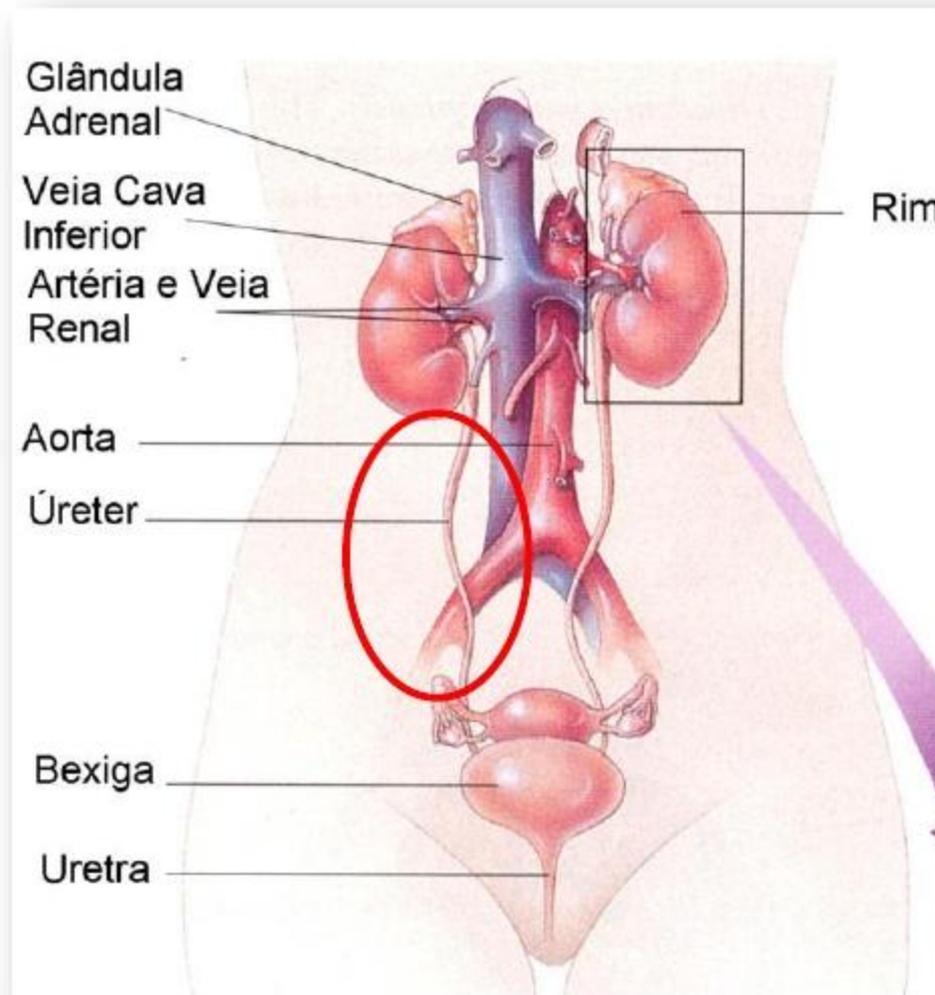


# Osmorregulação nos vertebrados

- Os mamíferos apresentam um sistema excretor constituído por:
  - Um par de rins;
  - Um par de uréteres
  - Bexiga
  - Uretra

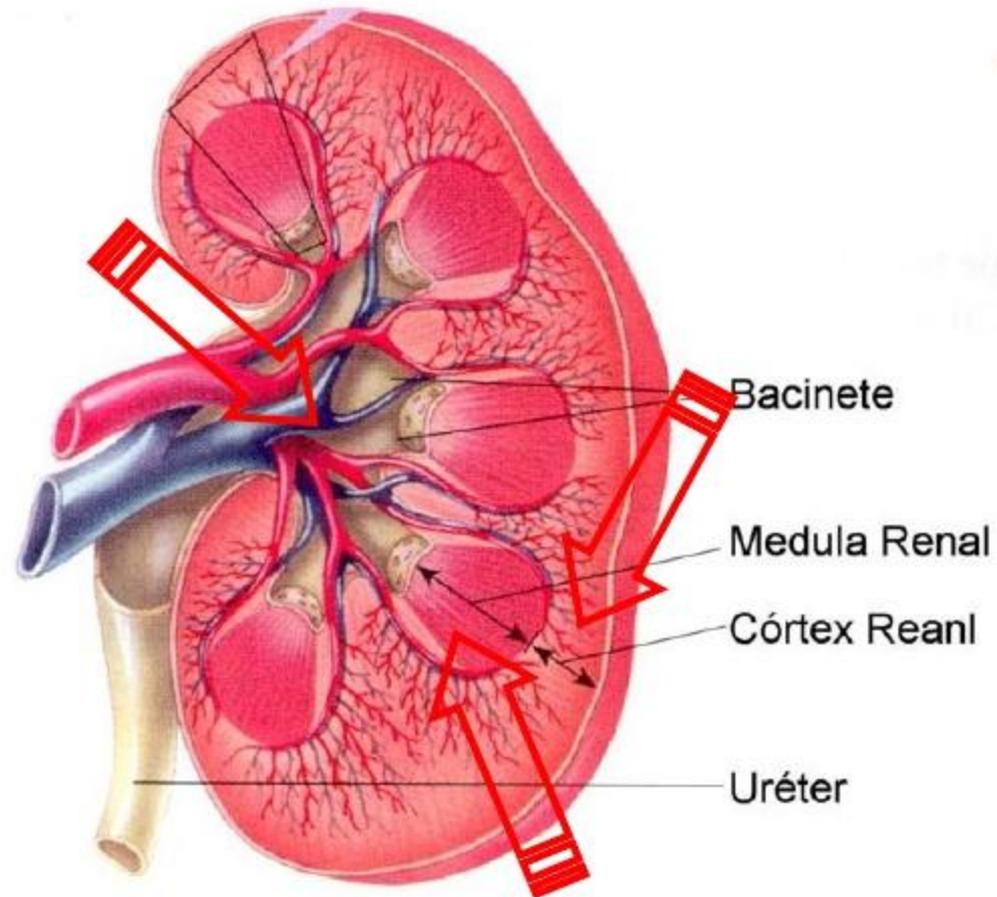


# Sistema excretor humano



# Rim

- Nos rins são possíveis distinguir três regiões:
  - ▣ Córtex – zona mais externa e de aspecto granuloso;
  - ▣ Medula – zona interna de aspecto estriado radial e onde se distinguem estruturas denominadas de Cones ou Pirâmides de Malpighi;
  - ▣ Bacinete – cavidade interior contínua com o uréter e para onde é enviada a urina produzida.

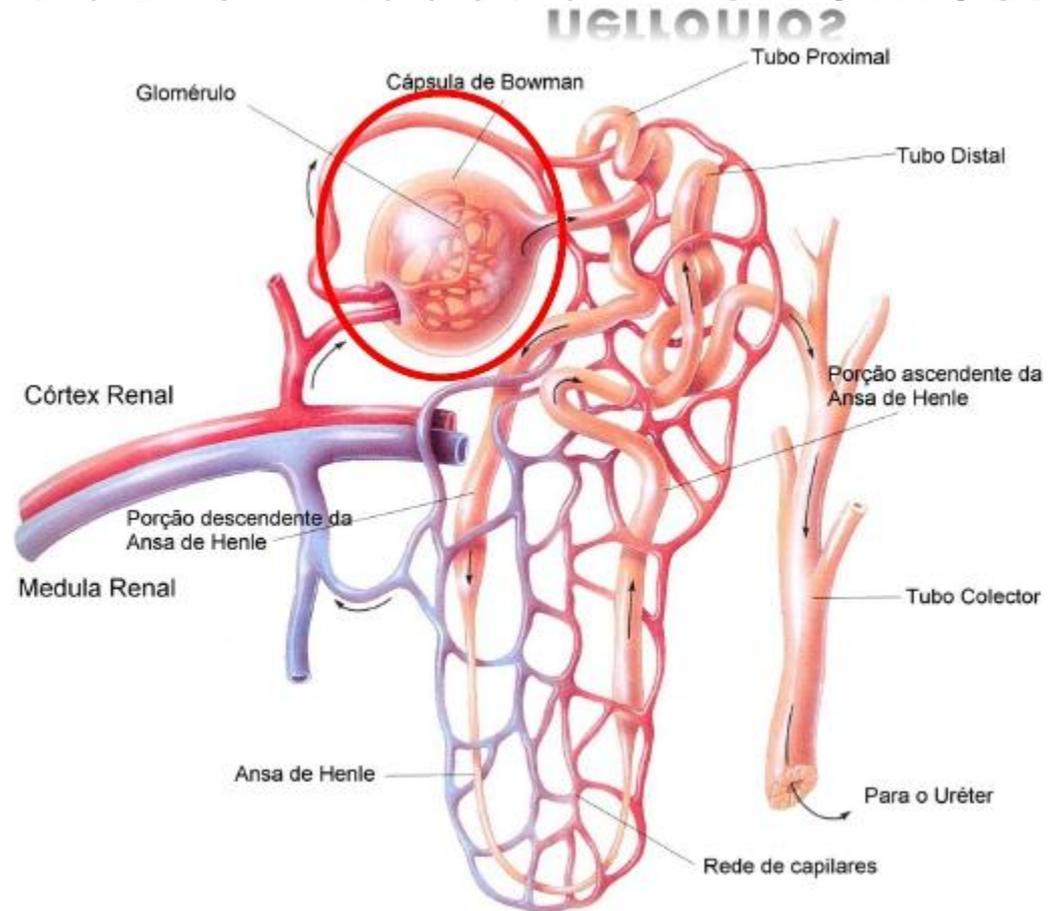


# Nefrónio

□ Em cada rim existem mais de um milhão de unidades funcionais denominados de **nefrónios**.

□ Constituídos por:

- Cápsula de Bowman;
- Glomérulo;
- Tubo proximal;
- Tubo distal;
- Ansa de Henle;
- Tubo Colector.



# Processo de excreção nos Rins



# Filtração

□ O sangue chega ao nefrônio pela arteríola aferente, que se ramifica, originando um novelo de capilares – **glomérulo de Malpighi**.

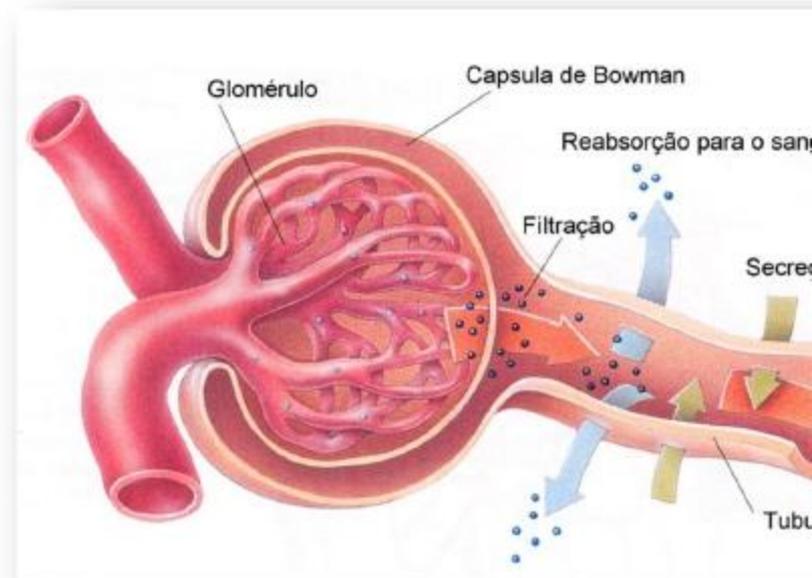
□ Aqui ocorre a filtração do sangue, pois os capilares deixam passar para a capsula de Bowman diversas substâncias:

■ Água, ureia, glicose, aminoácidos, vitaminas, sais...

■ Formando o **filtrado glomerular**.

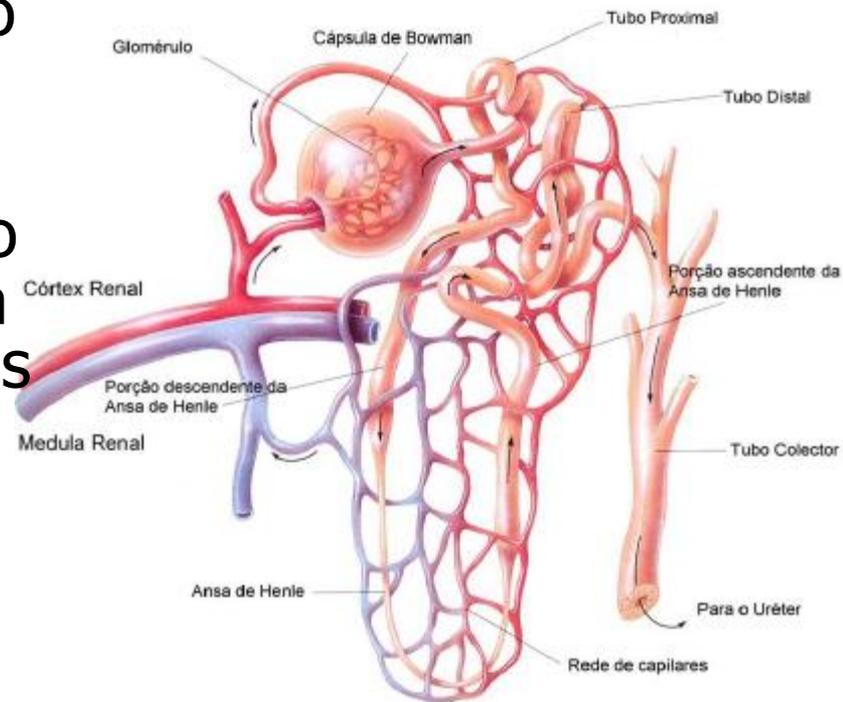
■ A composição do filtrado glomerular é semelhante ao do plasma sanguíneo, não apresentando no entanto macromoléculas.

■ Por dia formam-se cerca de 180 litros de filtrado glomerular.



# Reabsorção

- O filtrado glomerular segue então pelo tubo contornado proximal, ansa de Henle e tubo contornado distal.
- Cerca de 60% do volume do filtrado, praticamente toda a glicose, aminoácidos e vitaminas são reabsorvidos ao longo destes tubos.
- A reabsorção faz-se em grande parte através de transporte activo para a rede de capilares envolventes.

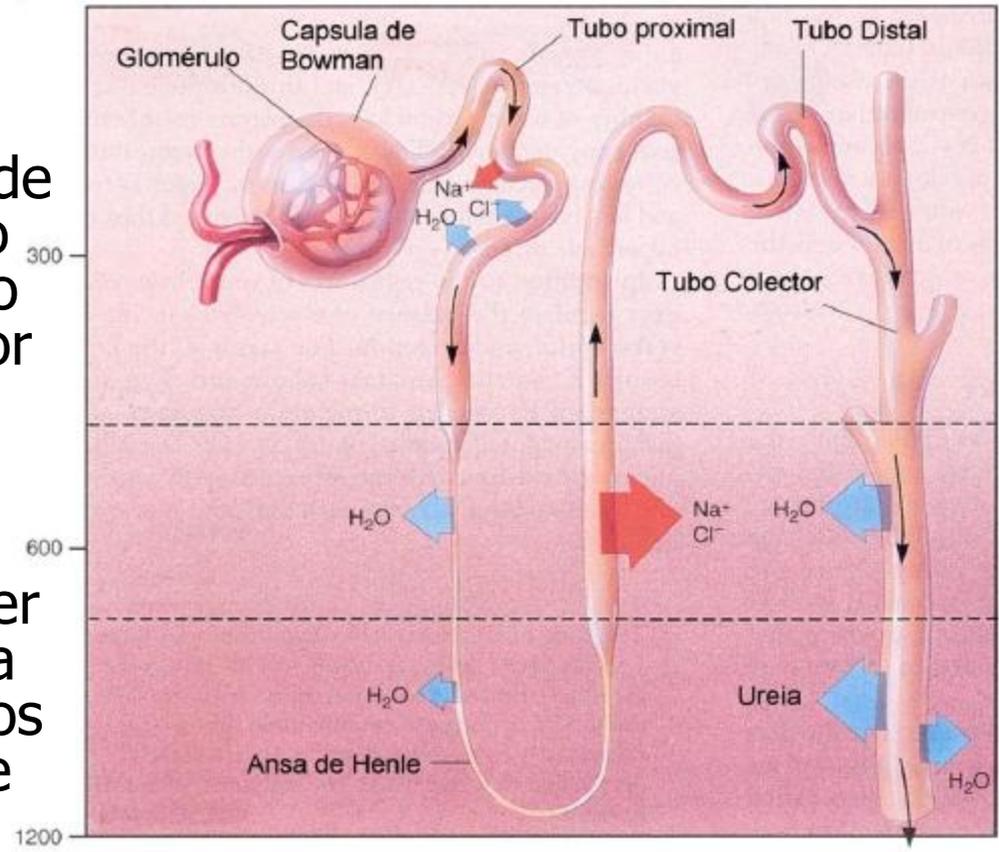


# Secreção

- Ao mesmo tempo que ocorre absorção, ocorre também secreção.
- É um fenómeno identico à absorção mas em sentido Inverso.
- As células dos tubos transportam, selectivamente e de forma activa, substâncias dos capilares peritubulares para o filtrado.

# Produção de Urina

- No final formam-se em média 1,2 litros de urina por dia.
- Isto acontece pois grande parte da água (98%) do filtrado ser reabsorvido ao longo do nefrónio por fenómenos osmóticos.
- Ao acontecer reabsorção dos sais, o meio tende a ser hipertónico e assim a água movimentar-se por osmose dos tubos contornados e ansa de Henle para os capilares.



# Controlo da produção de urina

- A quantidade de água reabsorvida e a concentração final da urina dependem da permeabilidade das paredes do tubo contornado distal e essencialmente do **tubo colector**.
- Por sua vez a permeabilidade destes tubos controlado pela **hormona antidiurética (ADH)**.

# Controlo da produção de urina

Ao nível do hipotálamo existem neurónios que detectam alterações na pressão osmótica.

■ Elevada pressão osmótica

- Elevadas quantidades de solutos no sangue;
- Baixas quantidades de água no sangue.

■ Baixa pressão osmótica

- Baixas quantidades de solutos no sangue;
- Grande quantidade de água no sangue.

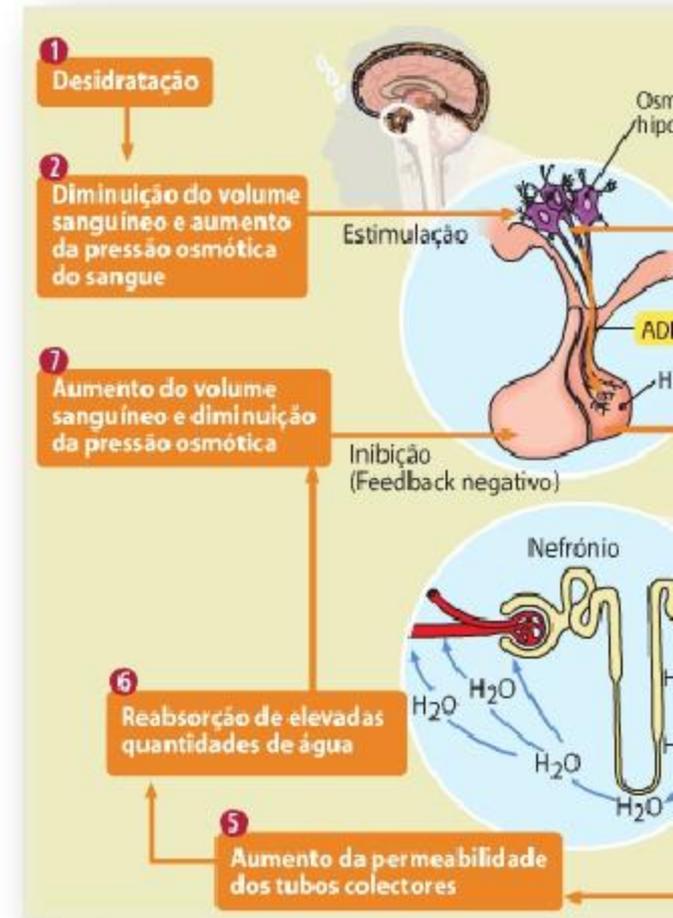
Quando essas células detectam elevadas pressões osmóticas, levam ao hipotálamo a produzir ADH, que são libertadas pela hipófise (lóbulo posterior).

A ADH é então levada pela corrente sanguínea até à célula-alvo (células da parede do tubo colector), aumentando a permeabilidade dos tubos.

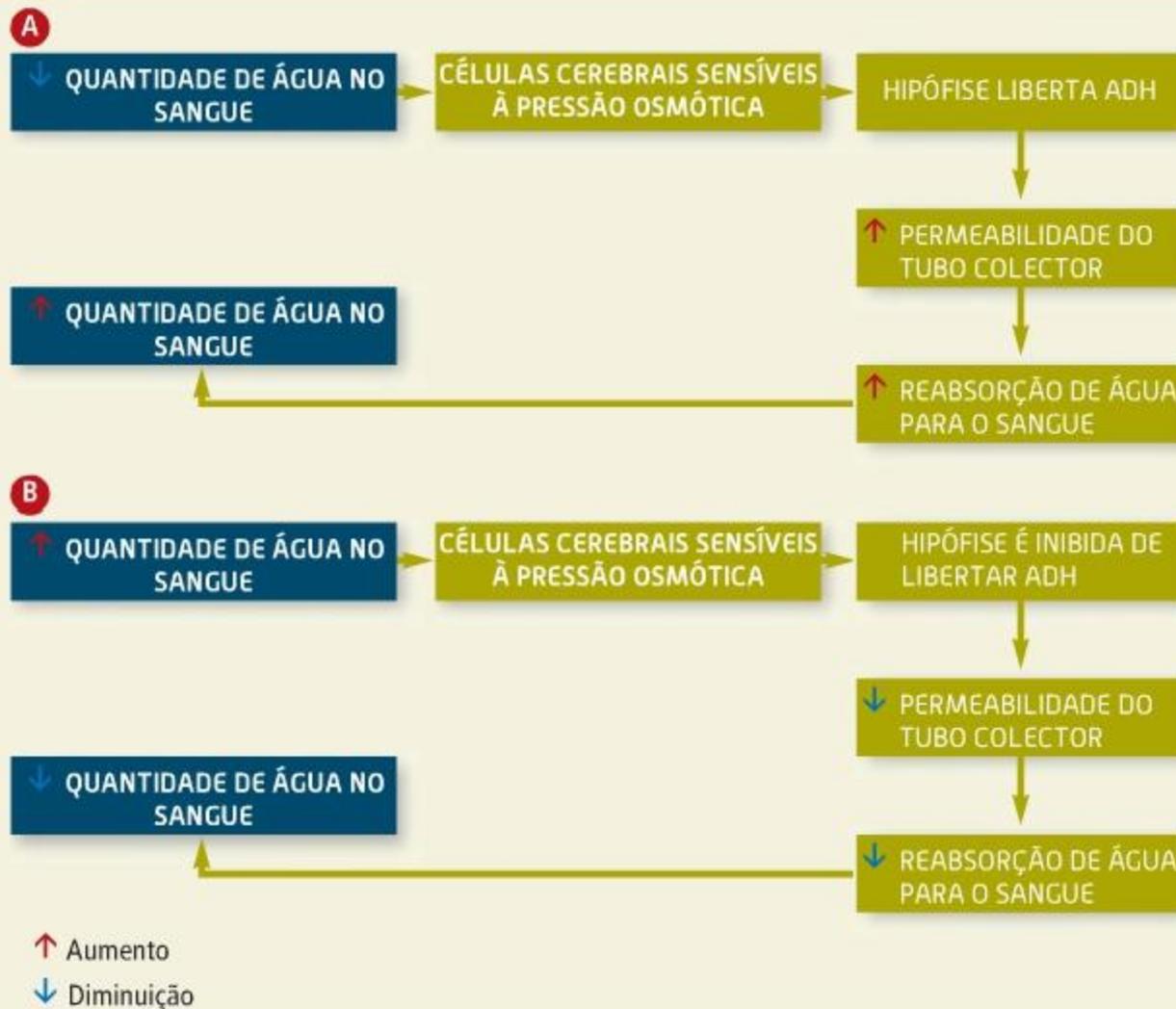
■ Permite a passagem da água dos tubos para os capilares.

■ A urina torna-se mais concentrada.

O processo inverso verifica-se, quando o volume sanguíneo aumenta inibe a libertação de ADH por parte da hipófise e como consequência aumenta a perda de água.



# Controlo da produção de urina



□ Verifica-se assim que este processo se trata de um exemplo de feedback negativo.

□ Também neste caso verifica-se que a comunicação entre os órgãos envolvidos neste processo ocorre através de hormonas – sistema neurohormonal.