

REGULAÇÃO NOS SERES VIVOS

Biologia e Geologia

10º Ano

2009/2010

Regulação Nervosa e Hormonal em Animais



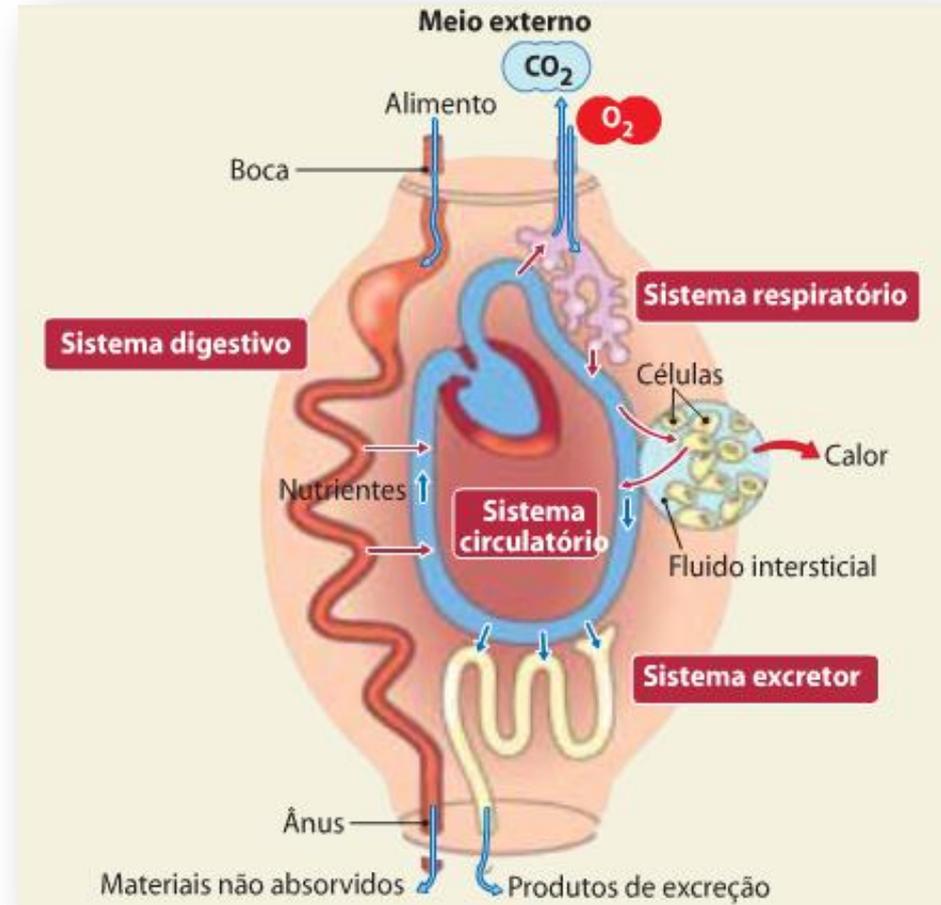
Sistema e Homeostasia

□ Sistema

- Toda a matéria e energia que existe dentro de uma 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.



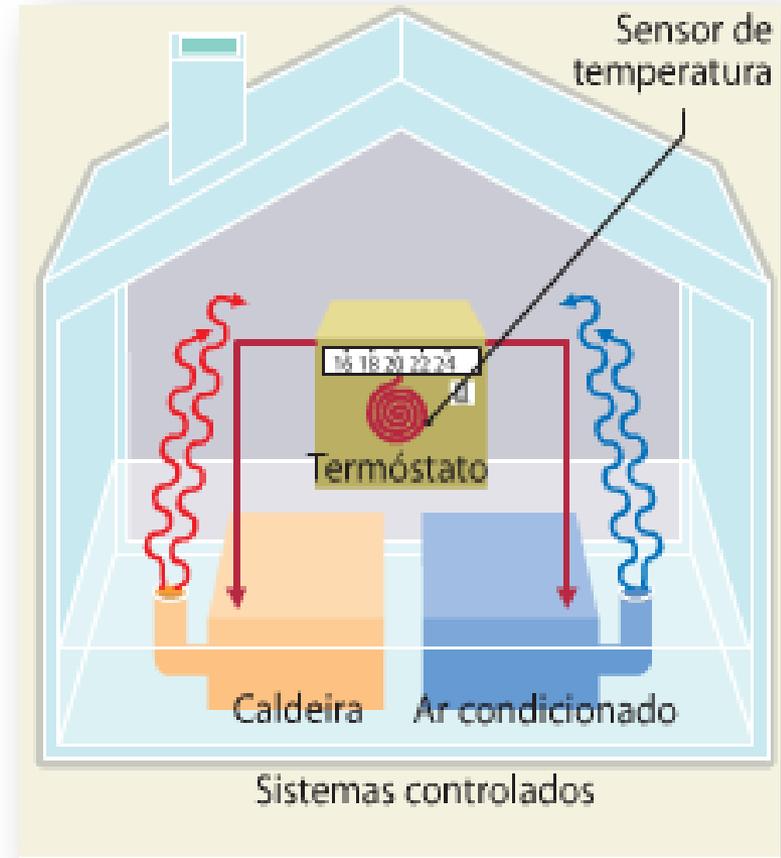
Sistema e Homeostasia

- 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.



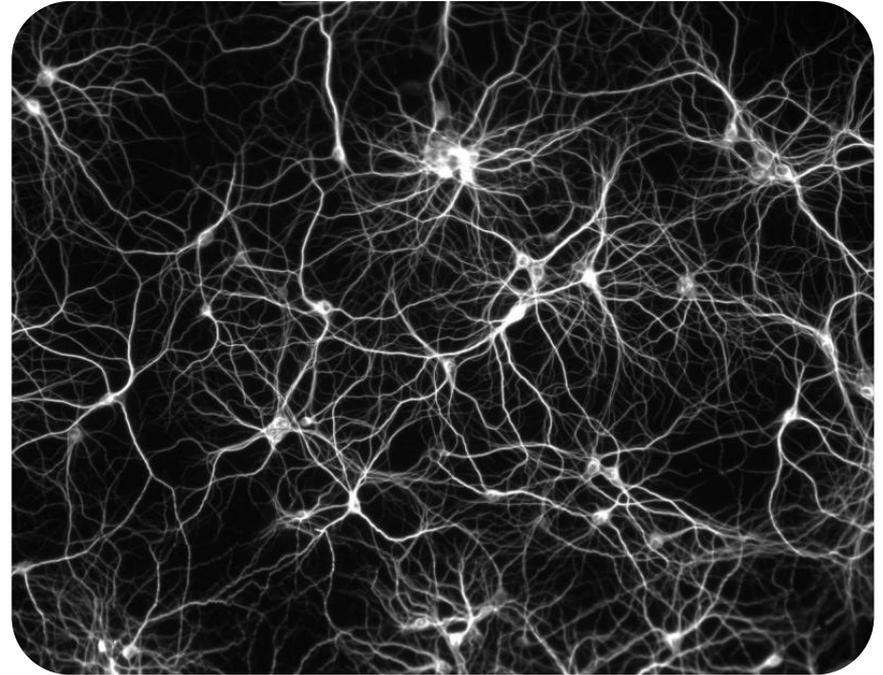
Sistema nervoso e regulação nervosa



Image created by Dave Dwire. (C) Rainbow Studios '00. All Rights Reserved.

Neurónios

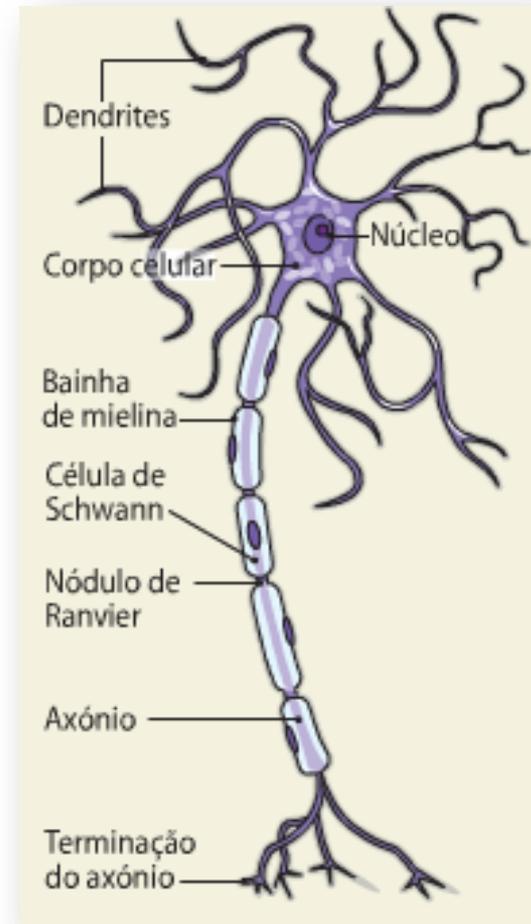
- O sistema nervoso representa uma forma rápida de resposta às alterações do meio ambiente e interno.
- A unidade do sistema nervoso é o **neurónio**.
 - ▣ Estas células são altamente estimuláveis e capazes de detectar pequenas alterações do meio.
 - ▣ Em resposta a estes estímulos verifica-se uma alteração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



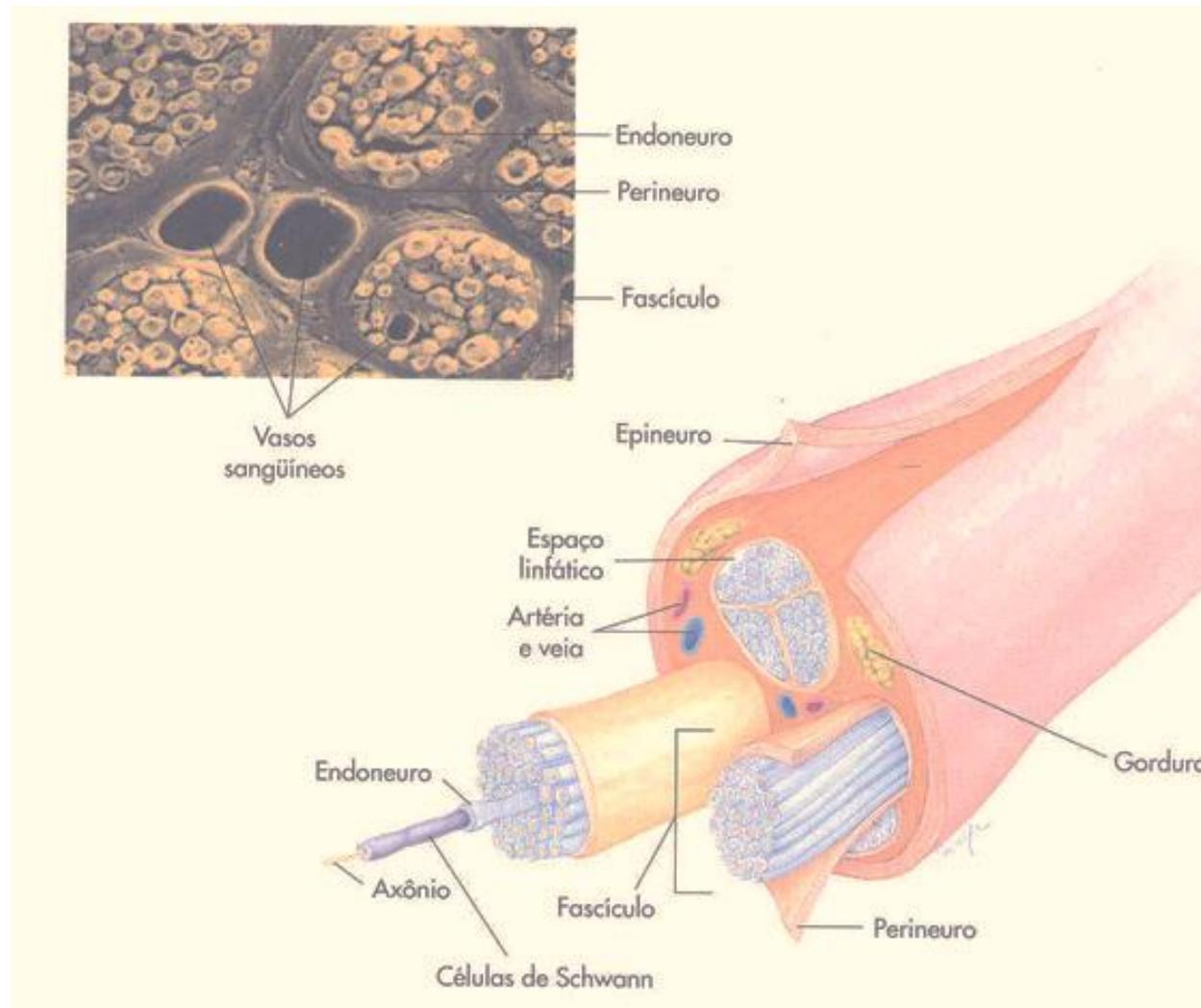
Neurónios

- Os neurónios apresentam a seguinte constituição:
 - Corpo celular
 - Dendrites
 - Axónio
 - Terminação do axónio
 - Mielina
 - Bainha proteica 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.

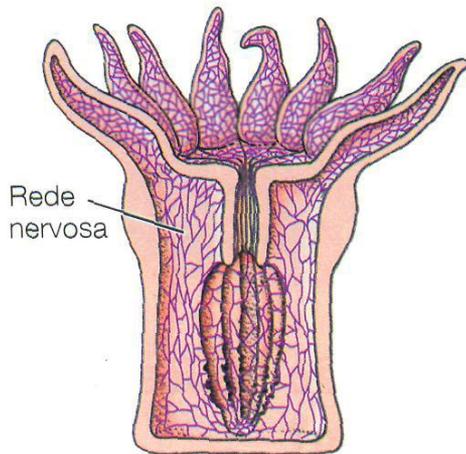


Neurónios



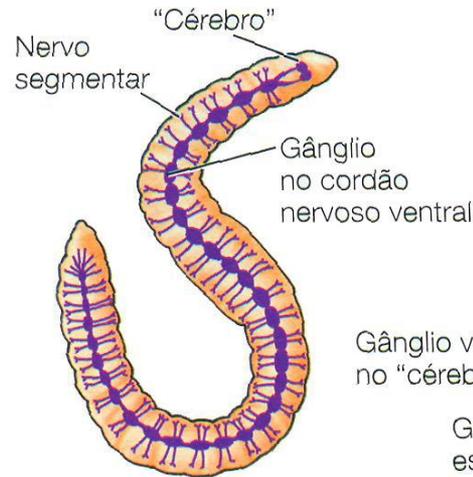
Sistemas nervosos

(A) Anêmona-do-mar



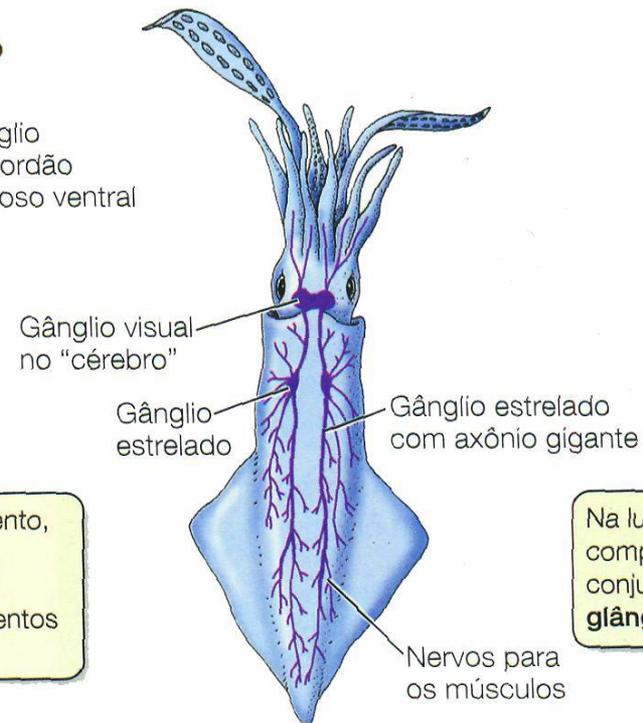
A **rede nervosa** serve para comportamentos simples como a contração e o relaxamento.

(B) Minhoca



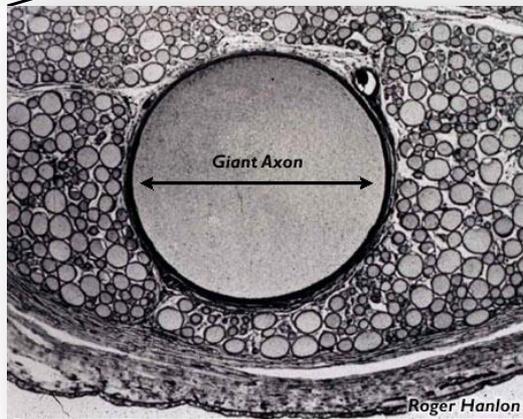
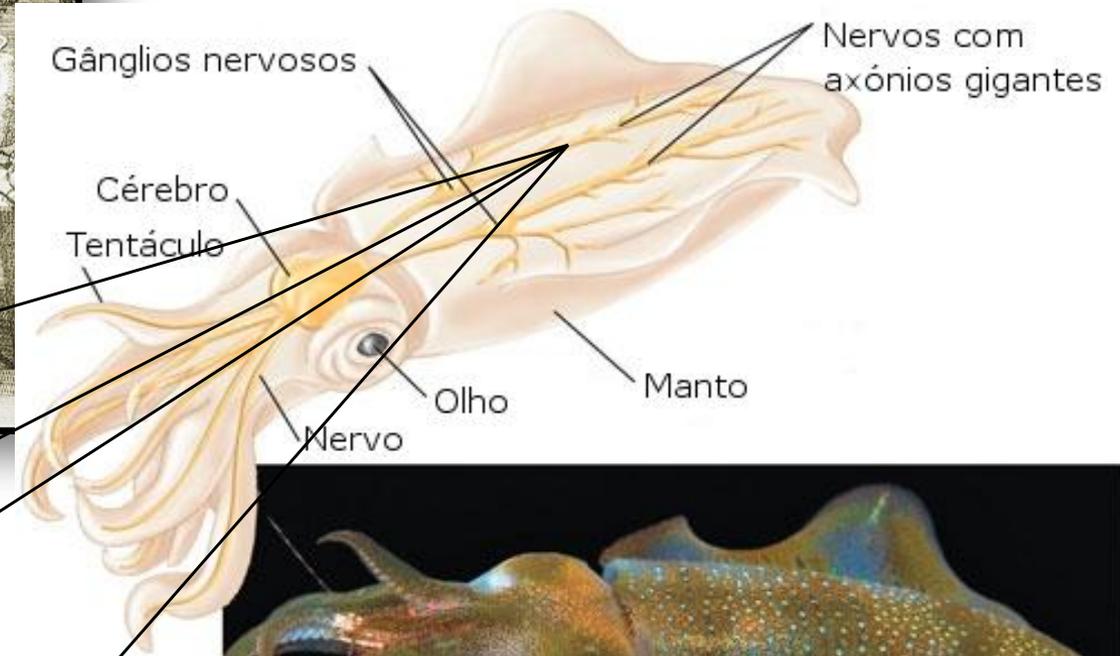
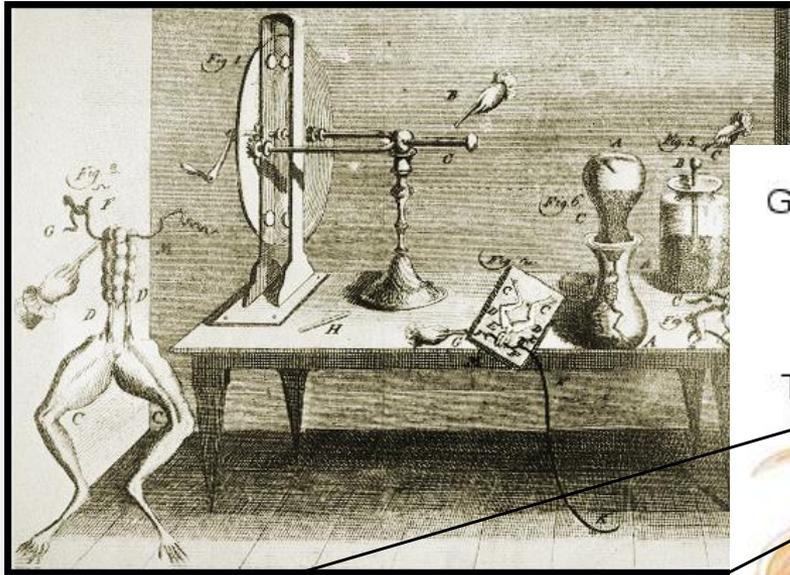
Na minhoca, em cada segmento, **os gânglios** coordenam os movimentos, e um "cérebro" anterior controla comportamentos mais complexos.

(C) Lula



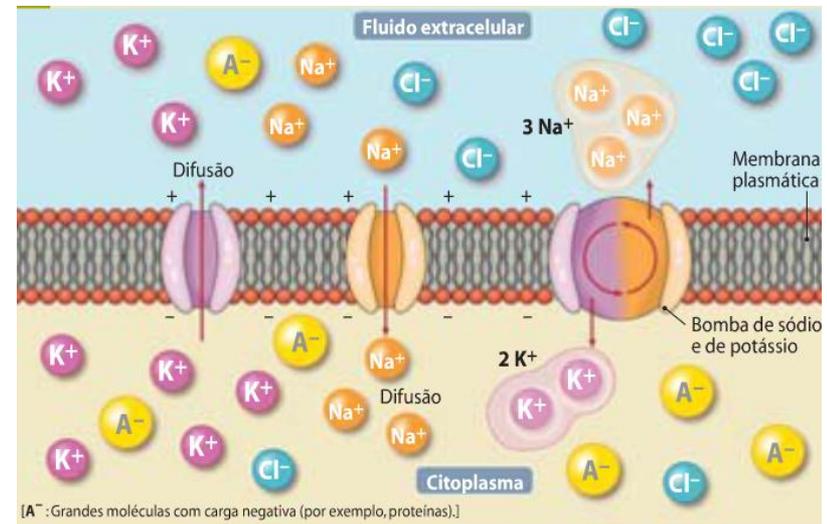
Na lula, comportamentos mais complexos são realizados por conjuntos de neurônios, nos **gânglios especializados**.

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 Na^+ , mas baixa de K^+ .
- O meio intracelular apresenta elevadas concentrações de K^+ , mas baixas de 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.

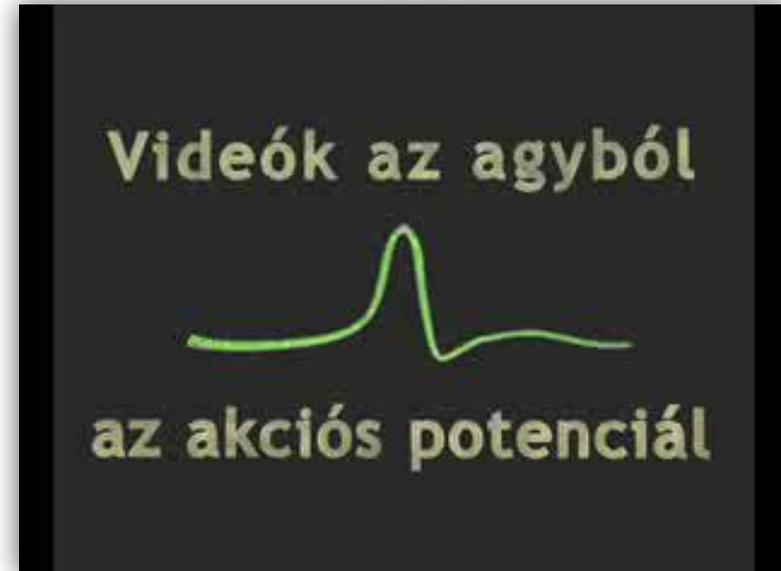


Impulso nervoso

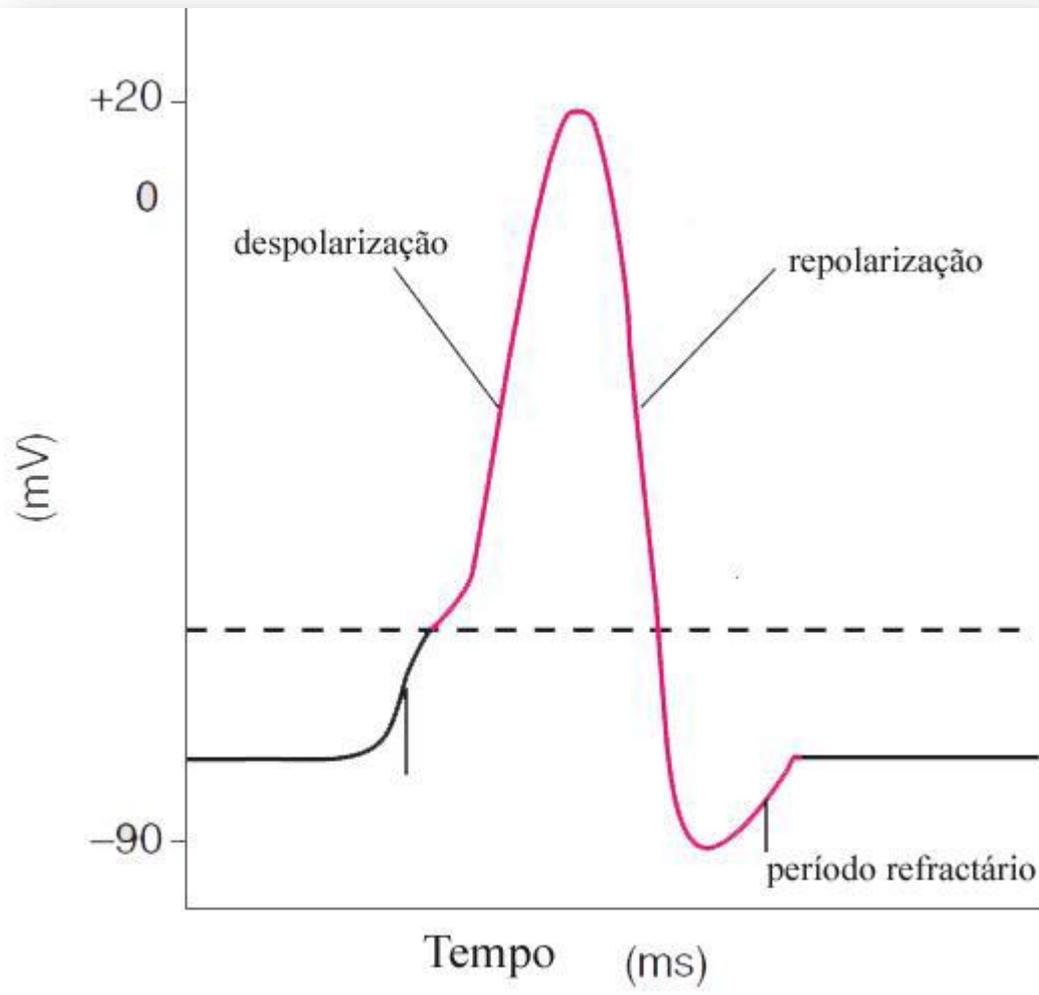
- A diferença de cargas entre as duas superfícies gera um diferença de potencial eléctrico entre as duas faces da membrana – **potencial de membrana**.
- Que em situação de repouso – **potencial de repouso** – é da ordem dos -70mV (o sinal negativo indica que o interior da célula tem carga global negativa).

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

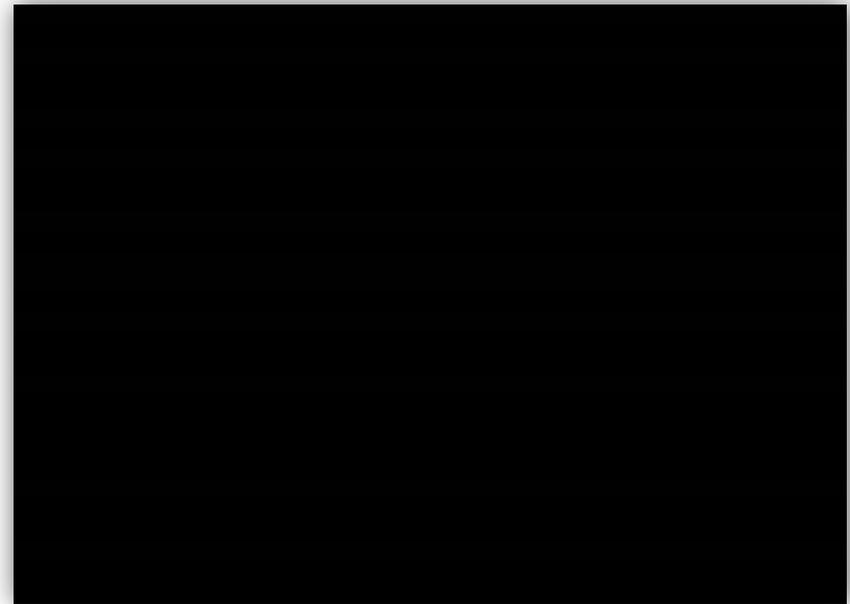
- Abertura dos canais de Na^+ (entrada no interior da célula de sódio);
- Formação de Potencial de Acção;
- Quando o Potencial de Acção atinge o valor máximo os canais de K^+ abrem (saída de potássio para o exterior da célula);

Repolarização

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

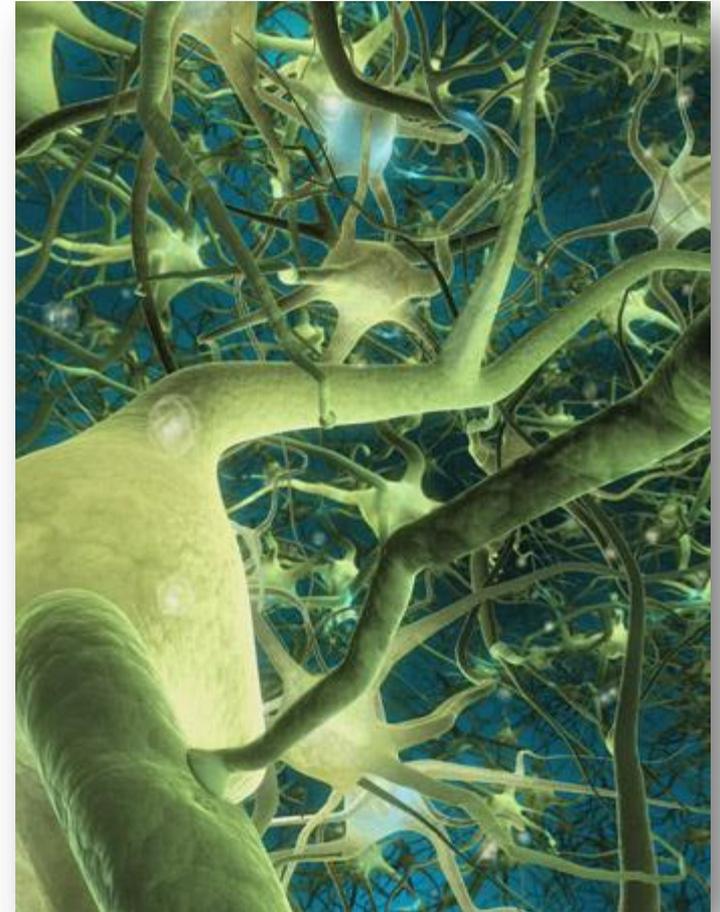
Impulso nervoso

- 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 um 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

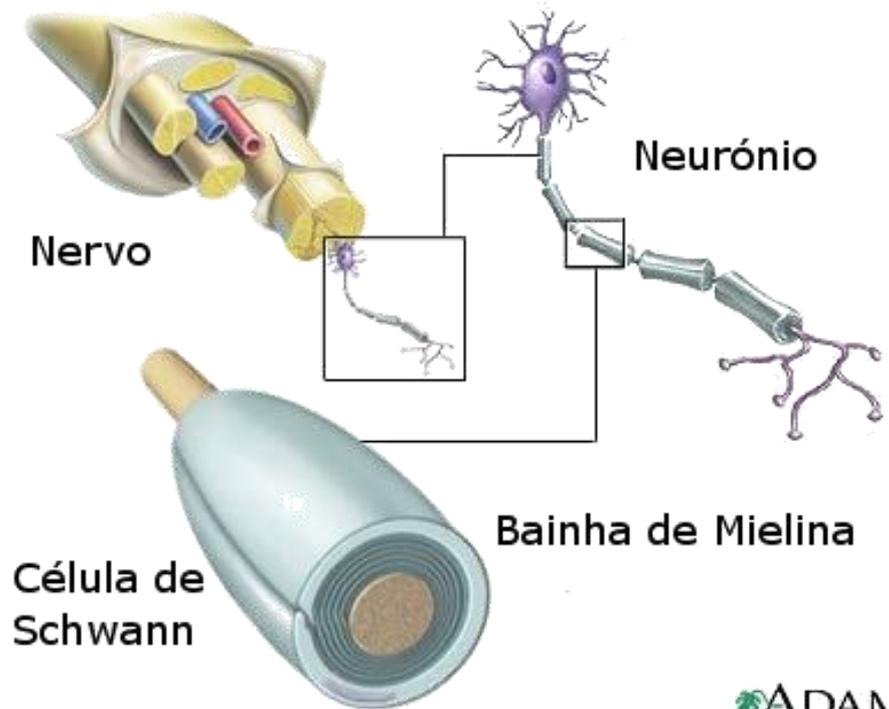
- A velocidade de propagação do impulso nervoso varia de neurónio para neurónio e de animal para animal.
 - ▣ Podem ir dos 0,1m/s (anémonas) aos 120m/s (nervos motores de alguns mamíferos).
 - ▣ Esta diferenças relacionam-se com as diferenças estruturais dos neurónios.
 - Neurónios mais estreitos apresentam 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.

The Schwann Cell
and
Action Potential

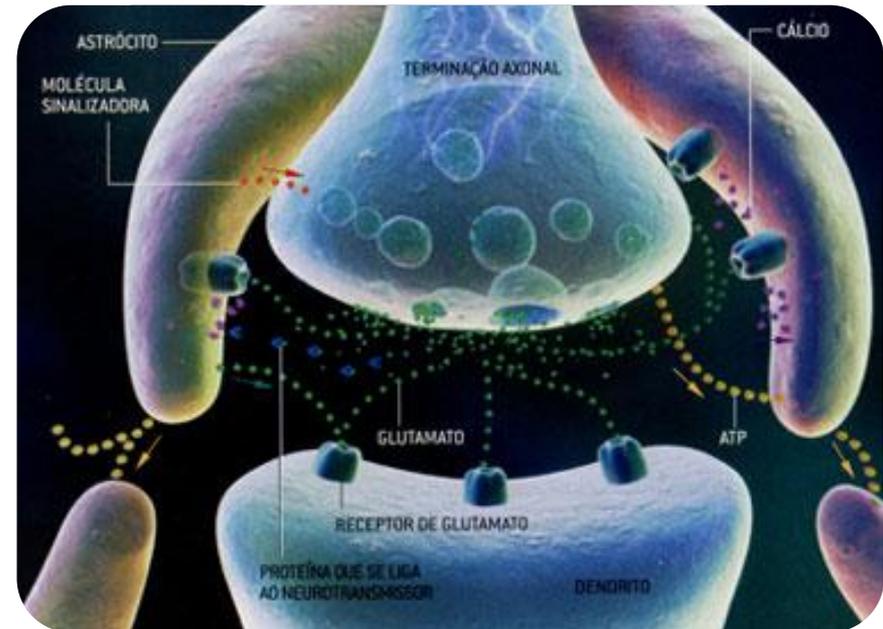
Transmissão do impulso nervoso entre os neurónios

- 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.



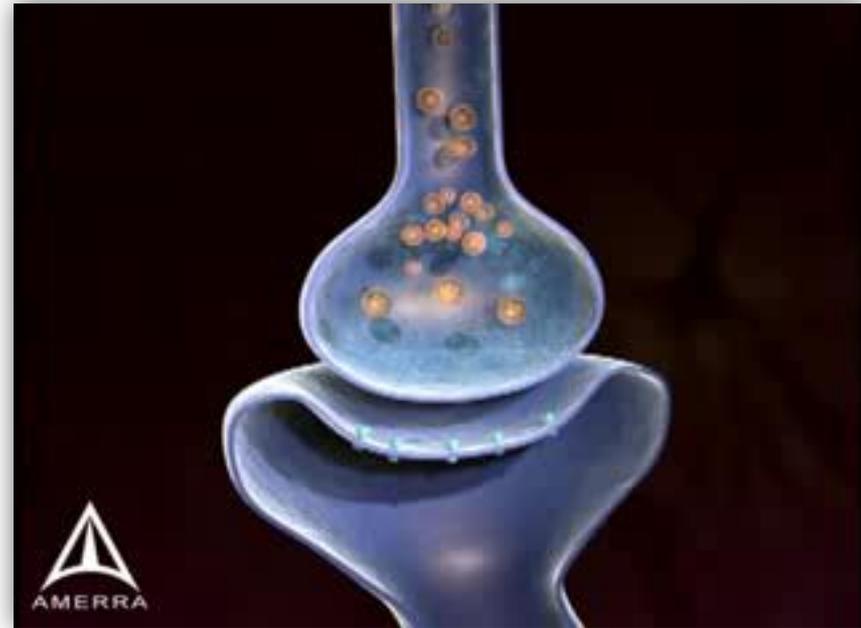
Sinapse química

- Nestas sinapses existe um pequeno espaço.
 - ▣ **Fenda sináptica.**
- Quando o impulso nervoso atinge as extremidades do axônio 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.



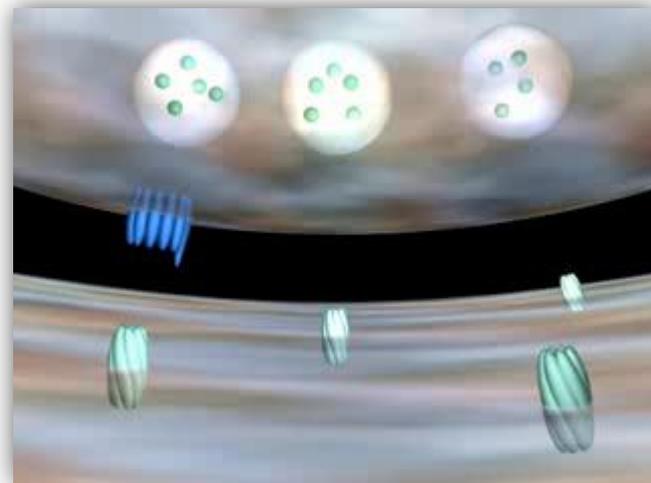
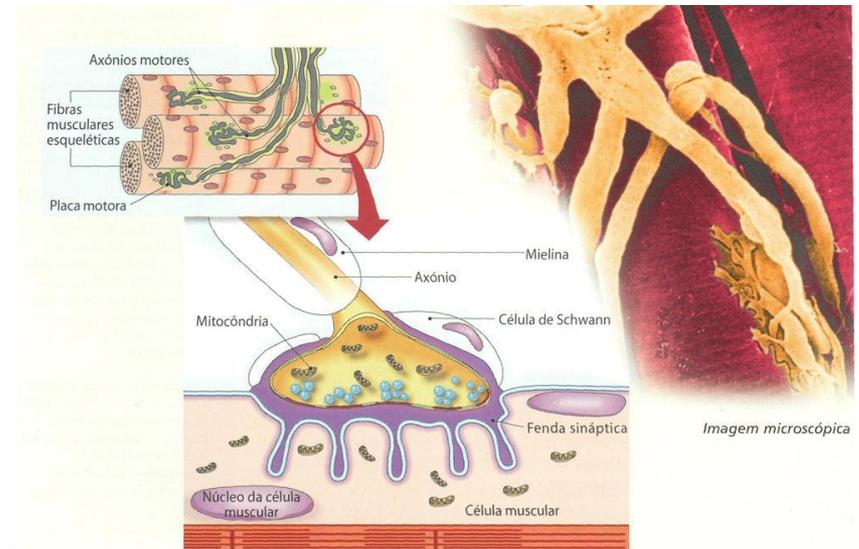
Sinapse química

- Os neurotransmissores encontram-se armazenadas em vesículas.
- O impulso nervoso induza fusão dessas vesículas com a membrana do axônio.
 - 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 Na^+ na célula;
 - Isto provoca a despolarização da membrana do neurónio originando o impulso nervoso nessa célula.



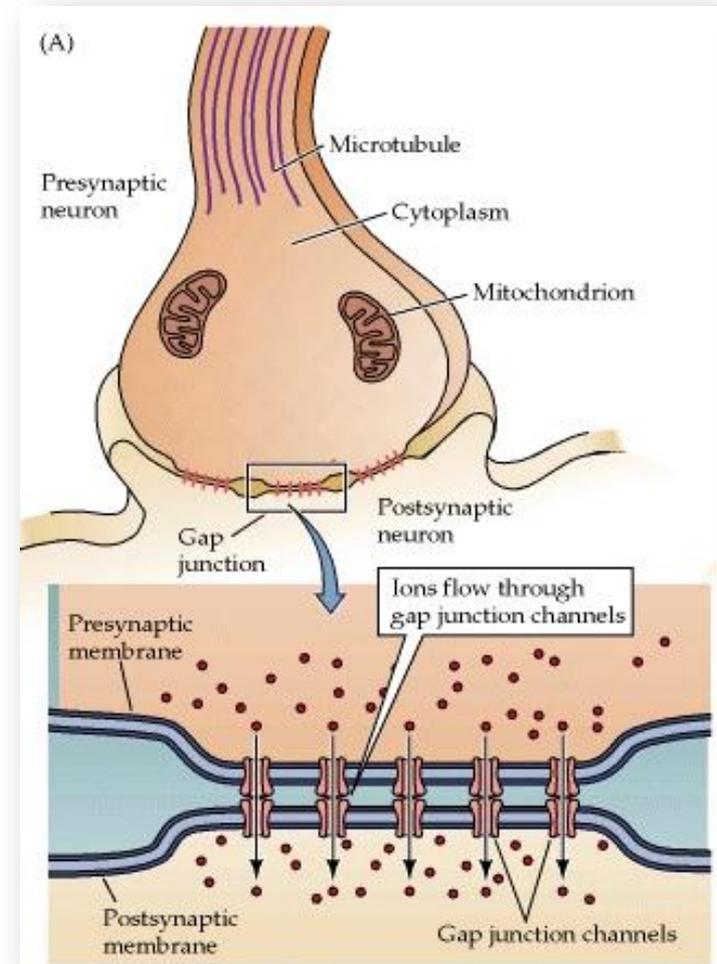
Sinapse química

- 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.



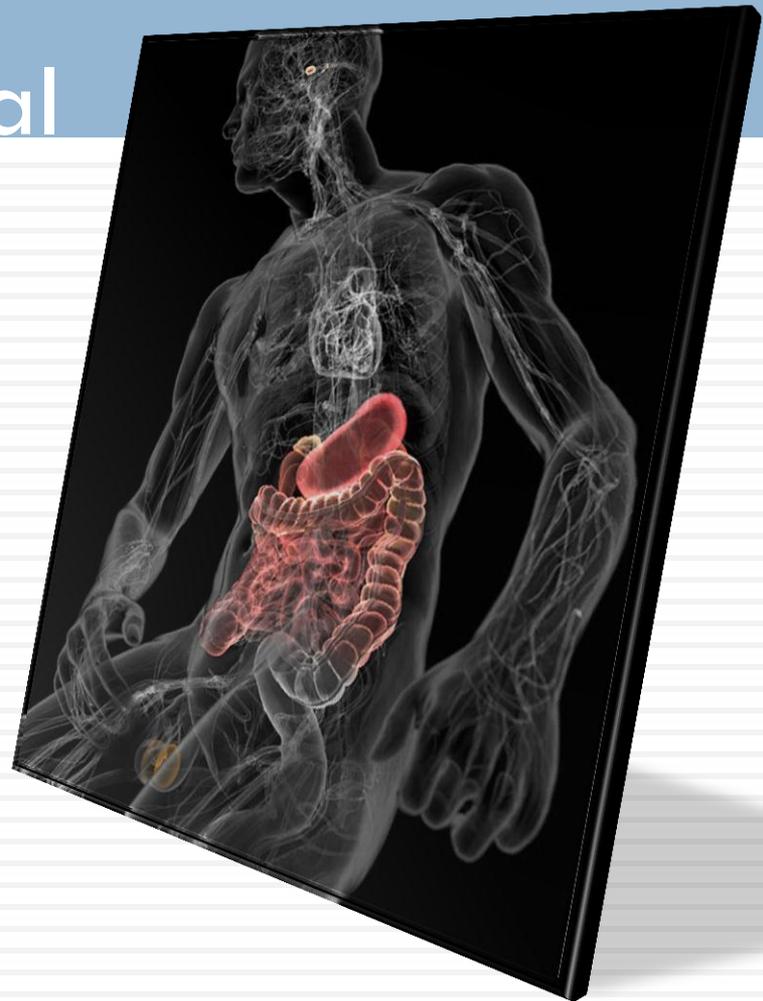
Sinapses eléctricas

- 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:

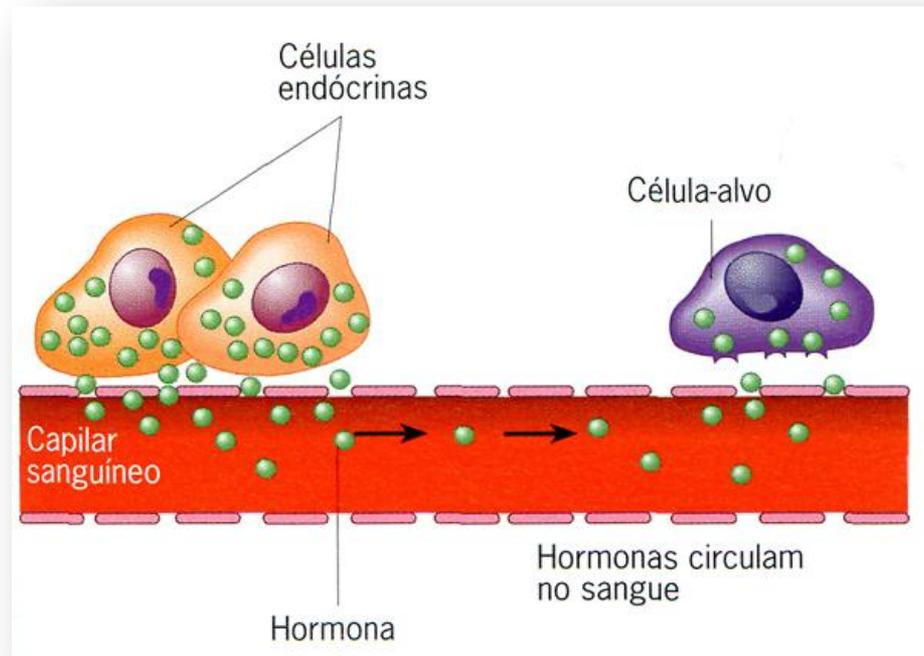
- Glândulas secretoras;

- 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.



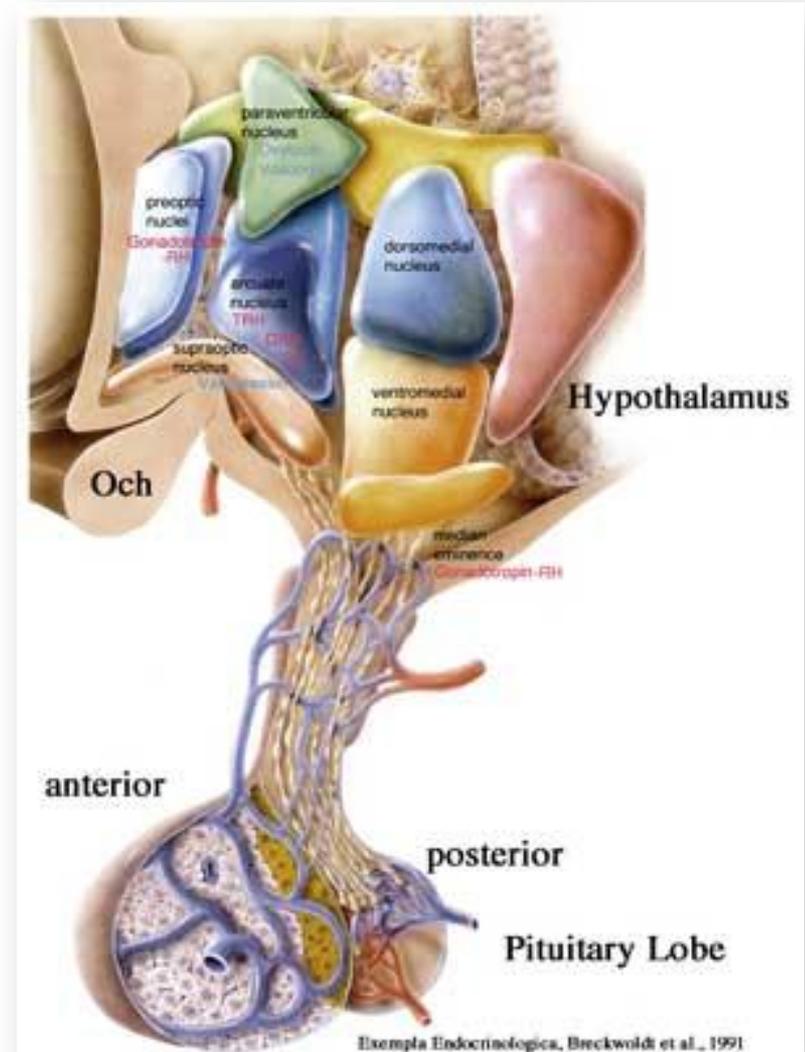
Interacção Sistema Endócrino-Sistema Nervoso

- 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

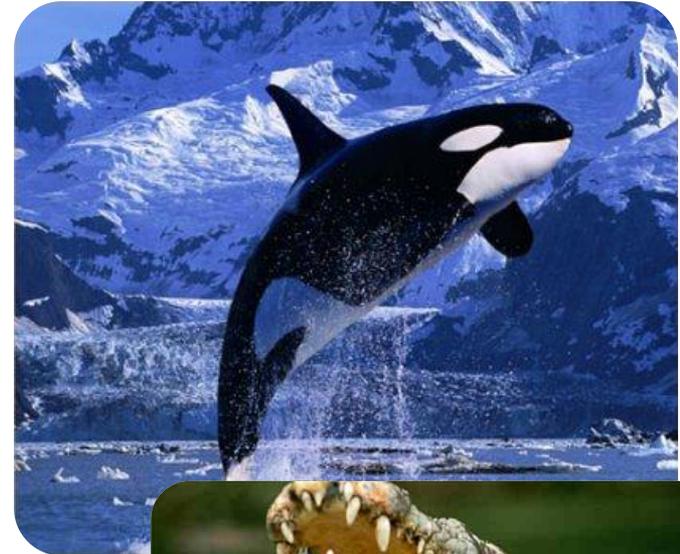
- Conforme a sua capacidade de regular a sua temperatura os animais podem ser classificados em:

- **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**

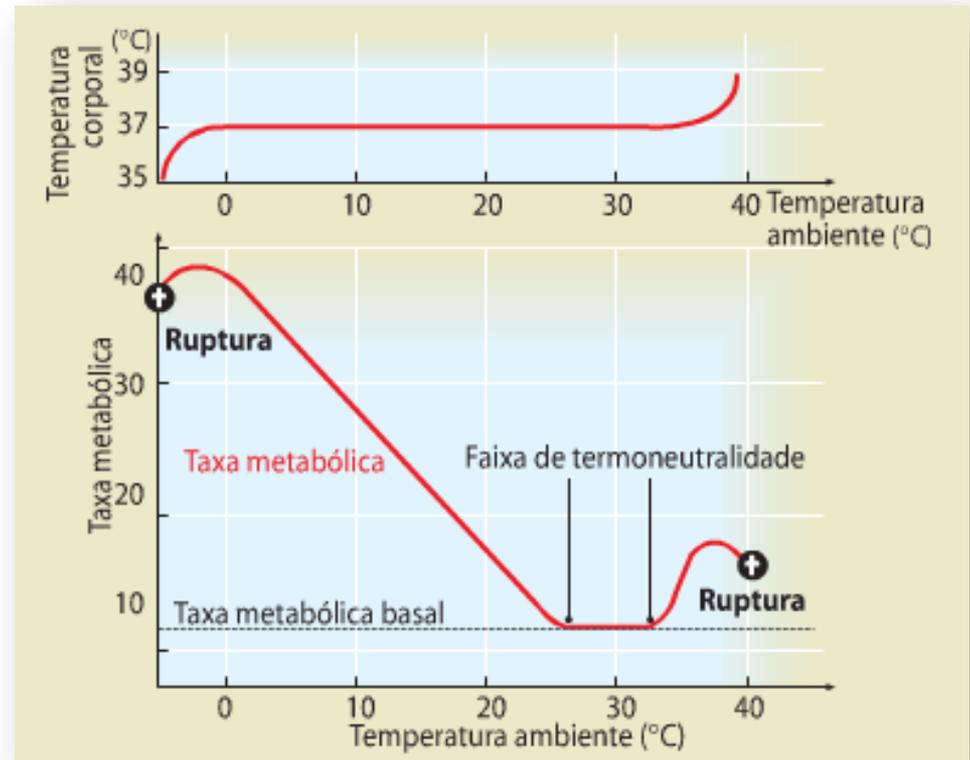
- São animais que não conseguem manter a sua temperatura corporal constante, pois a sua taxa metabólica não consegue fazer variar a temperatura do corpo.
- Estes animais precisam de fontes externas de calor para aquecer o seu corpo pelo que também são conhecidos como **ectotérmicos**.



Controlo da temperatura

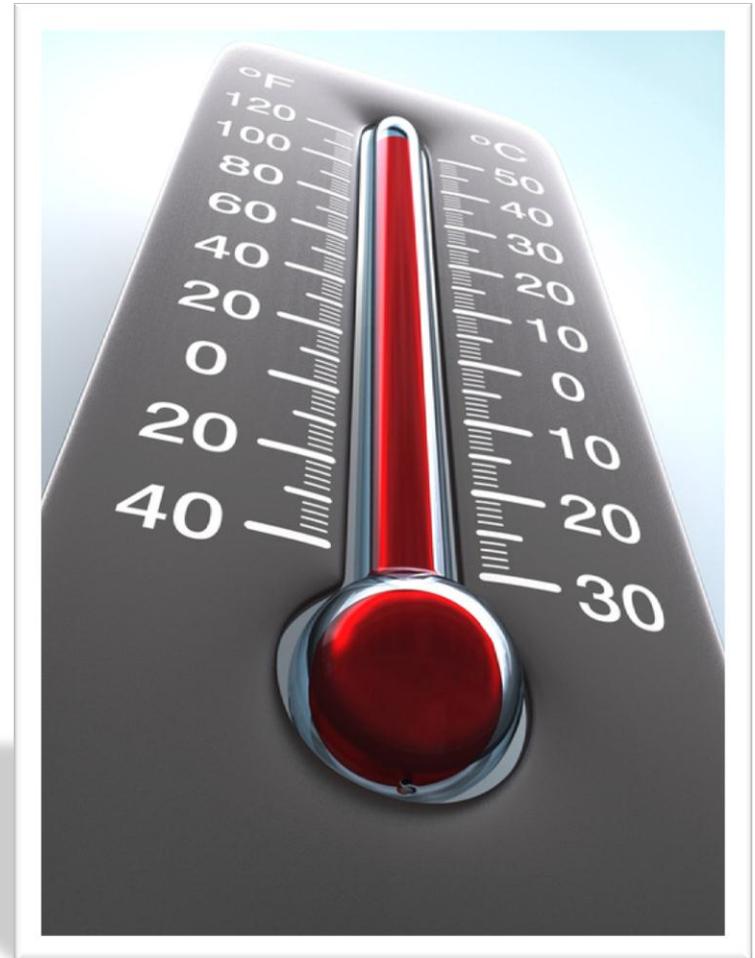
Os animais endotérmicos têm uma faixa de **termoneutralidade**.

- 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.



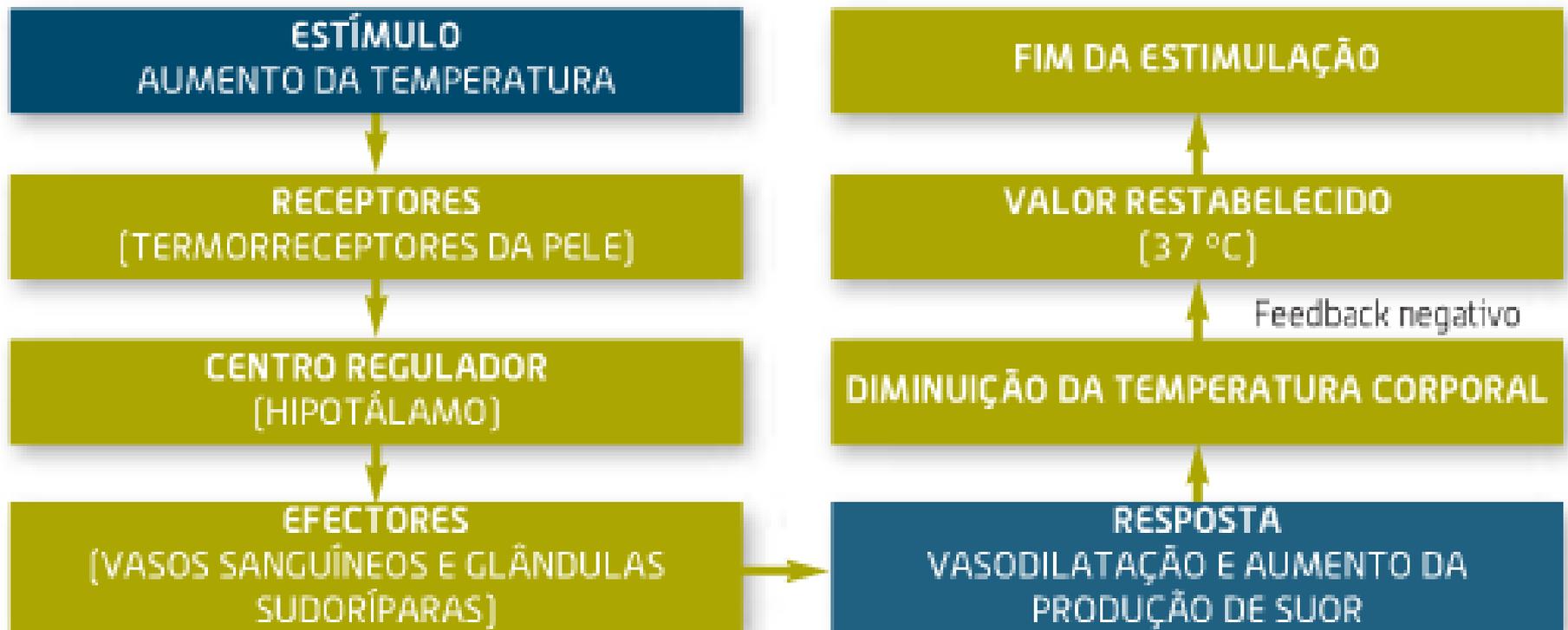
Controlo da temperatura

- 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



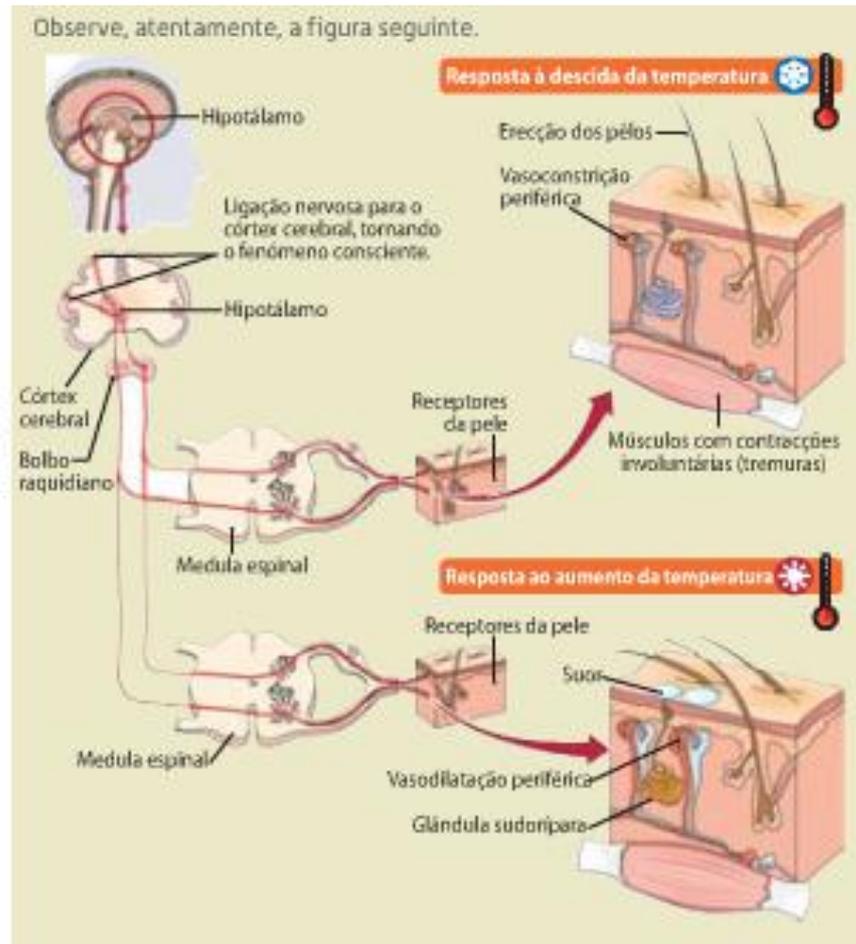
Controlo da temperatura

- Diminuição da temperatura corporal
 - ▣ **Vasoconstrição** – ocorre constrição dos vasos sanguíneos, essencialmente da zona da pele.
 - ▣ **Erecção dos pêlos** – os músculos erectores dos pêlos são 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

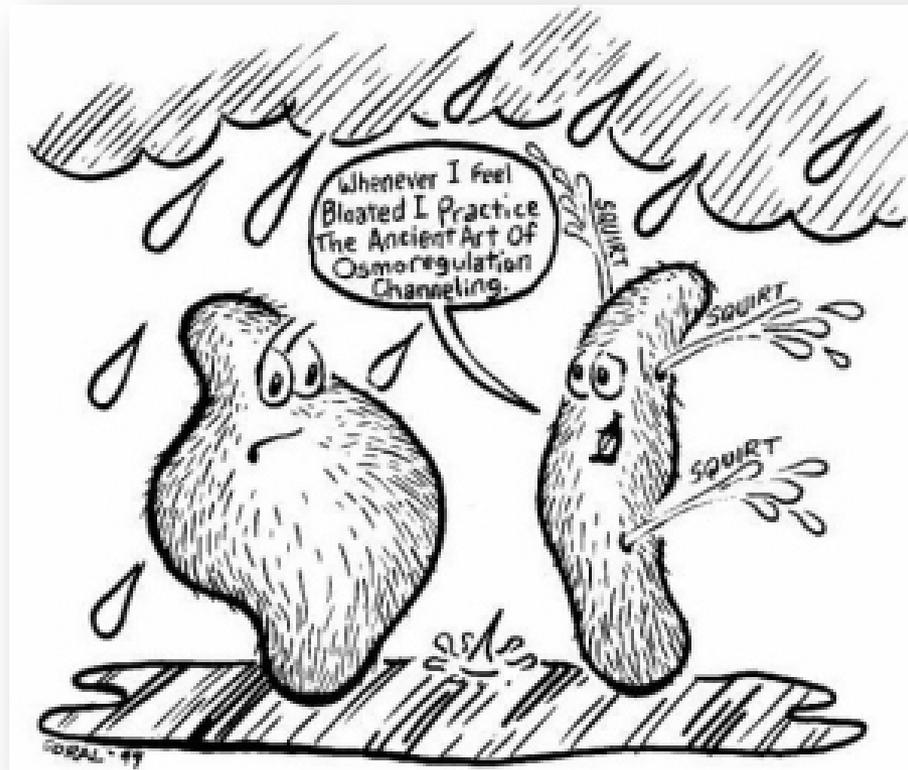
Osmorregulação

- 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 em 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 entra 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**

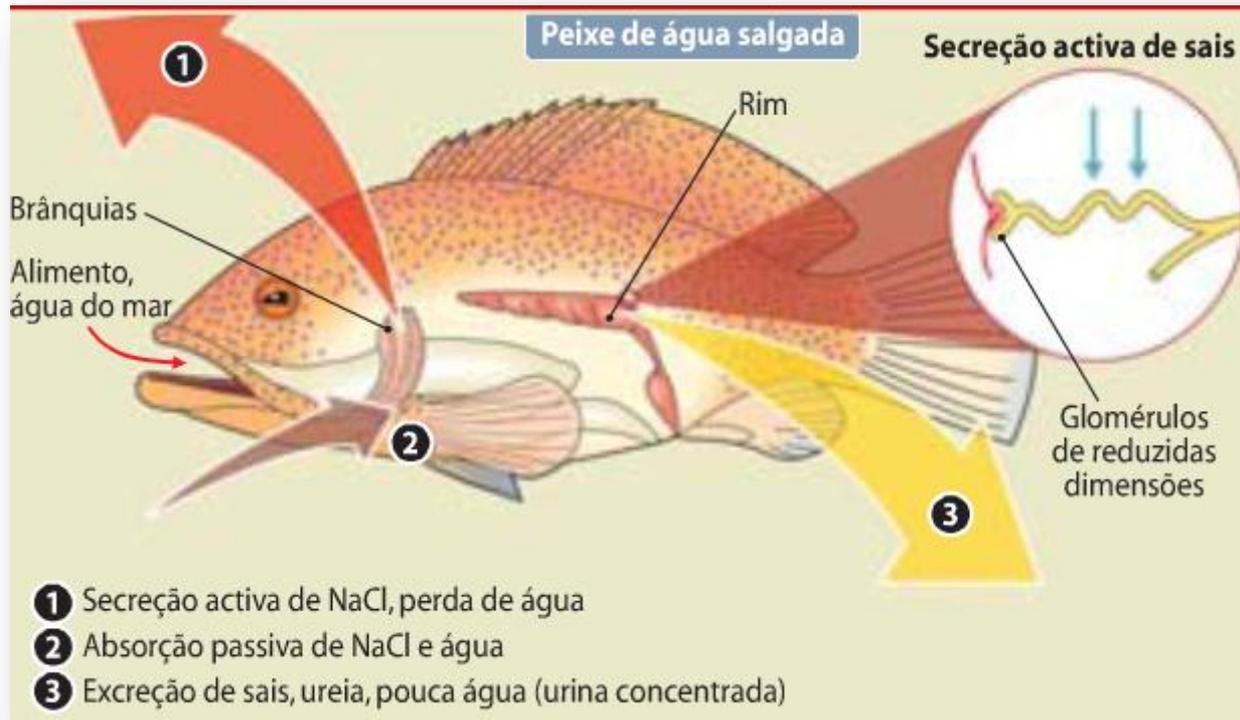
■ Nestes ambientes os peixes são hipotónicos em relação ao ambiente.

□ **Dulciaquícolas**

■ Nestes ambientes os peixes são hipertónicos em relação ao ambiente.

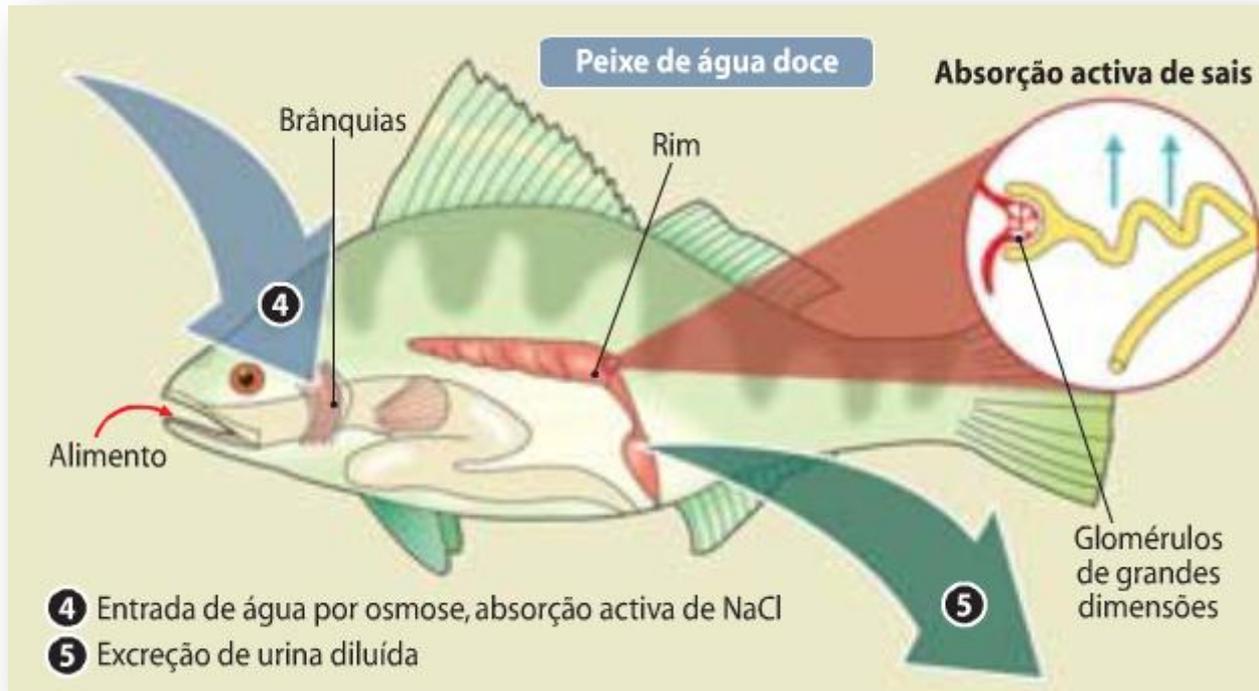


Osmorregulação em meio marinho



- 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.

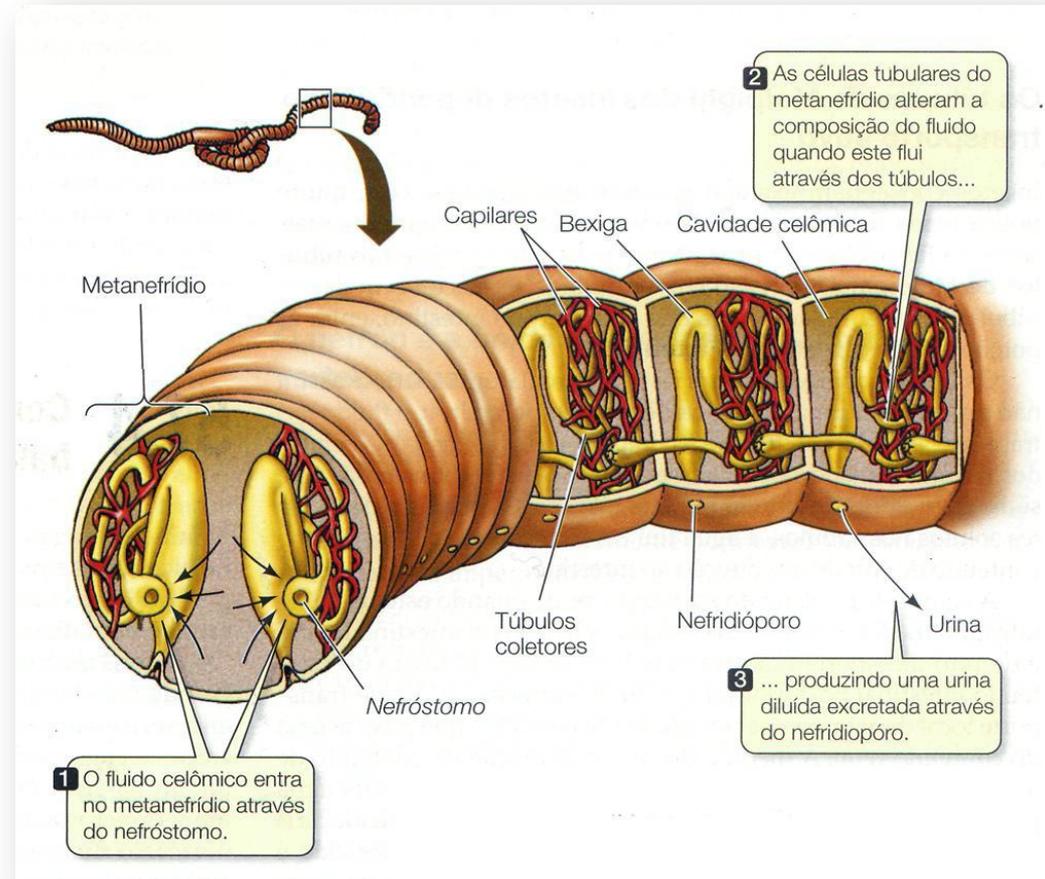


Osmorregulação nos anelídeos

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 fluído 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 fluído final é excretado por poros existentes à superfície do corpo, onde terminam os túbulos dos nefrídeos.



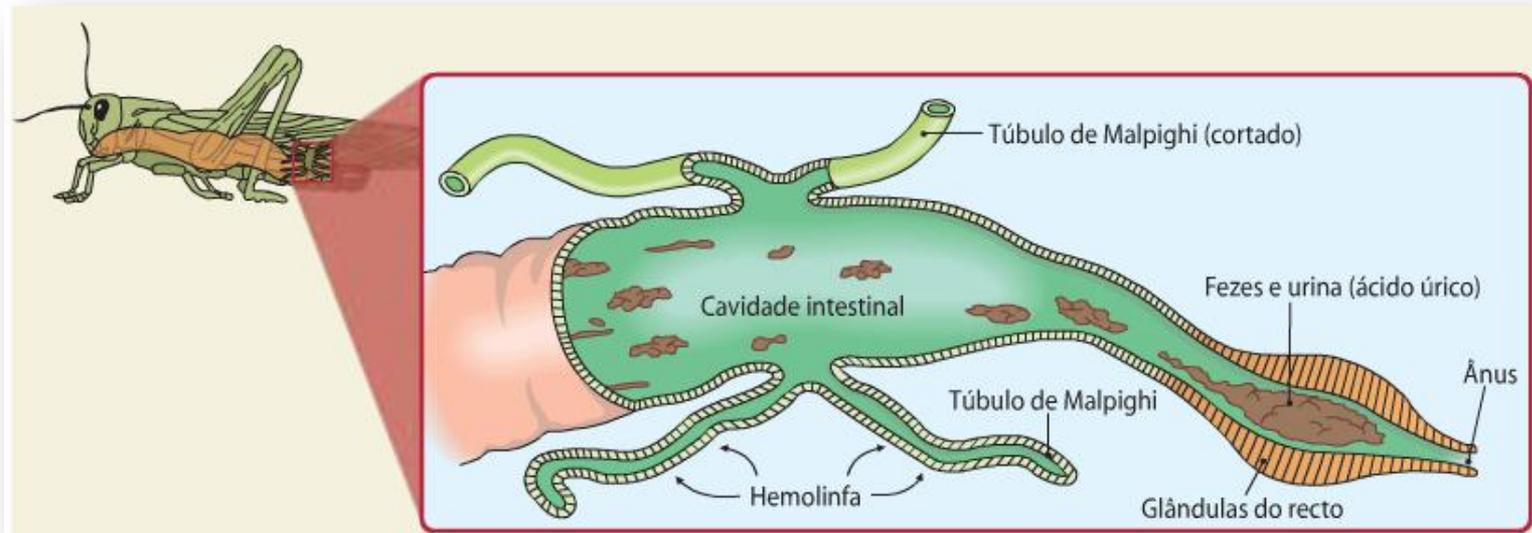
Osmorregulação nos anelídeos

- 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.



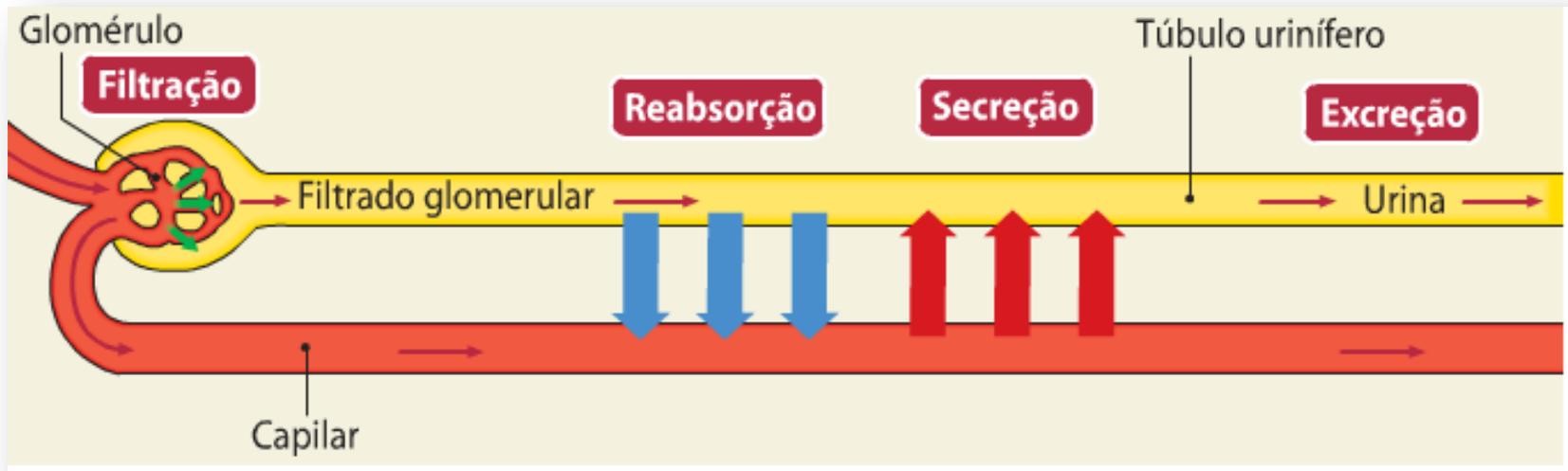
Osmorregulação nos insectos

- 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:



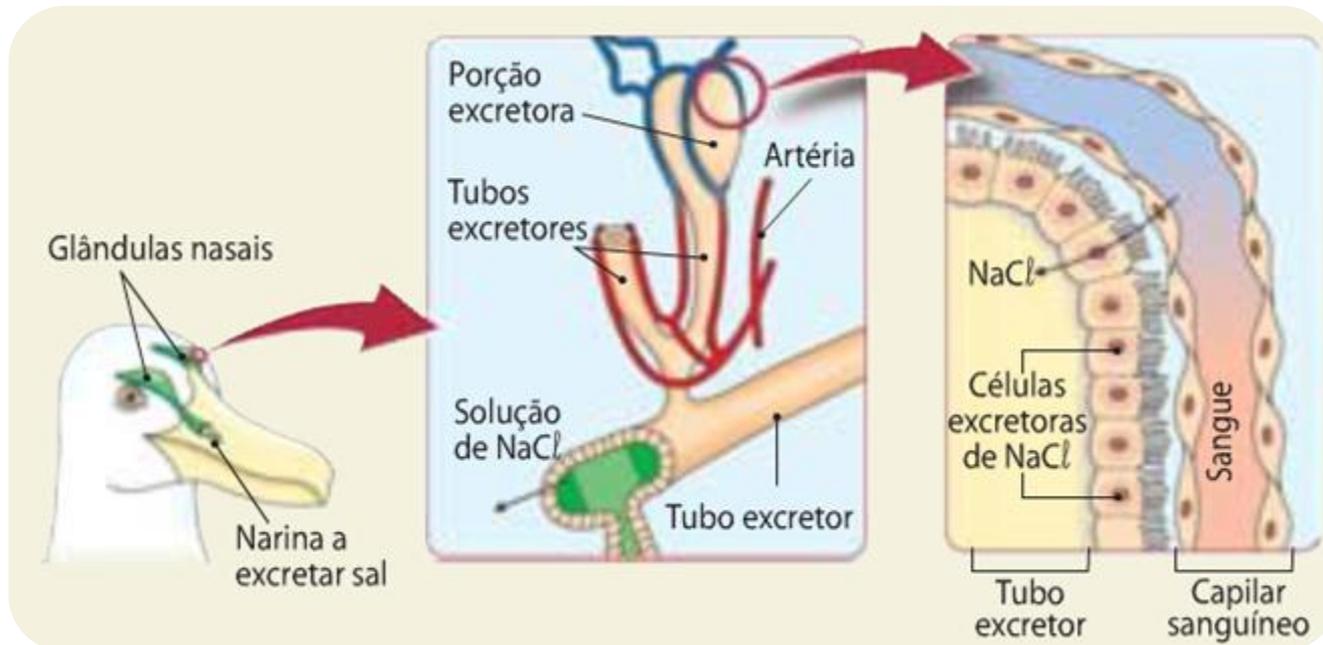
Osmorregulação nos vertebrados

- 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 sal através das **glândulas nasais**.

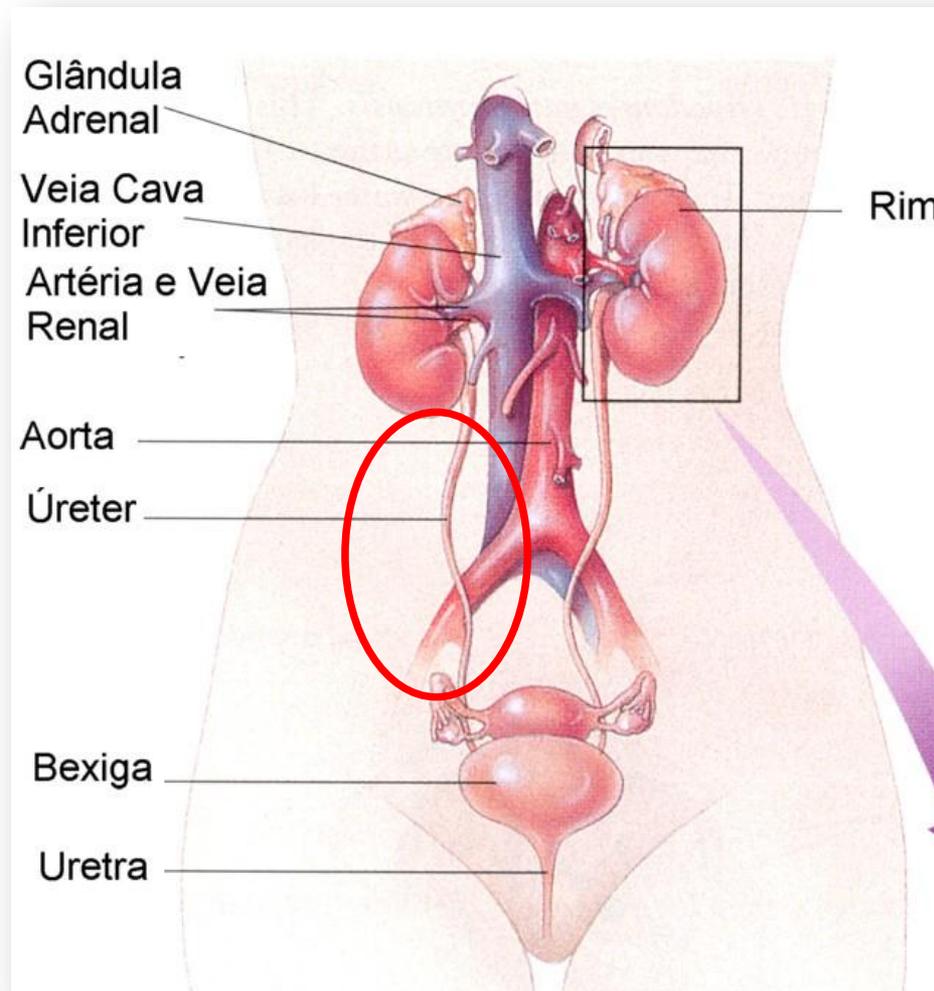


Osmorregulação nos vertebrados

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

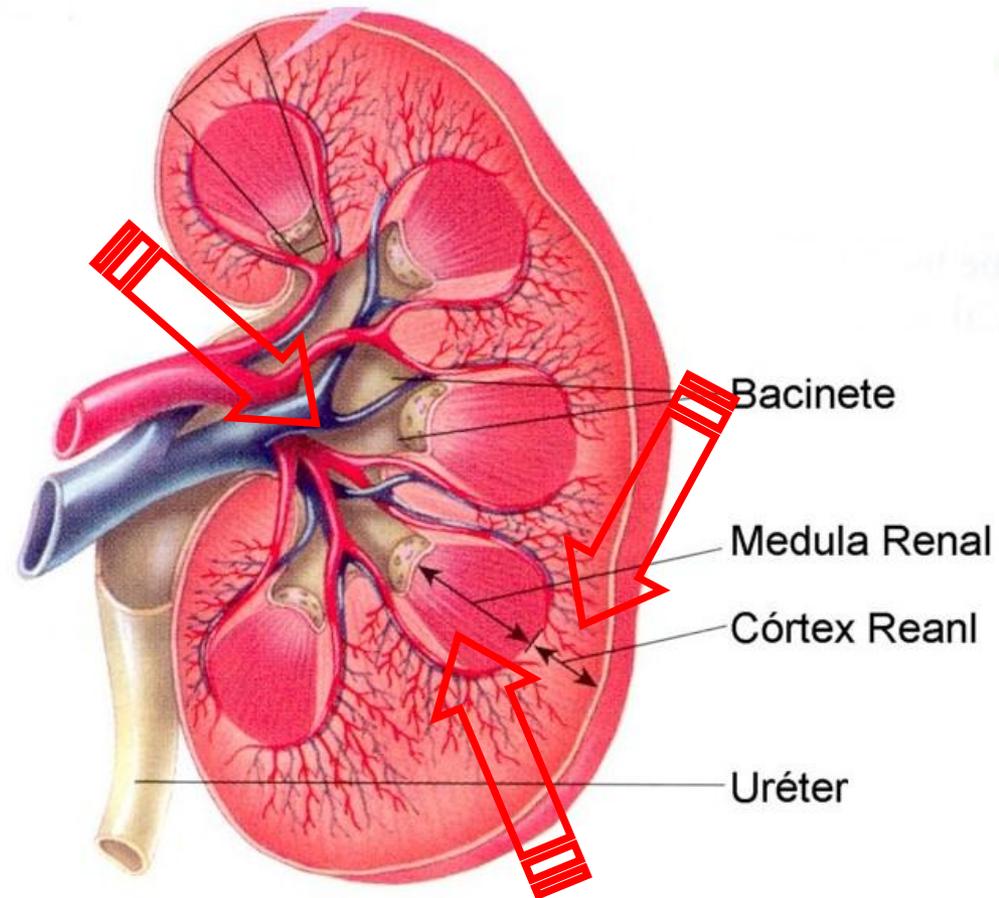


Sistema excretor humano



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.

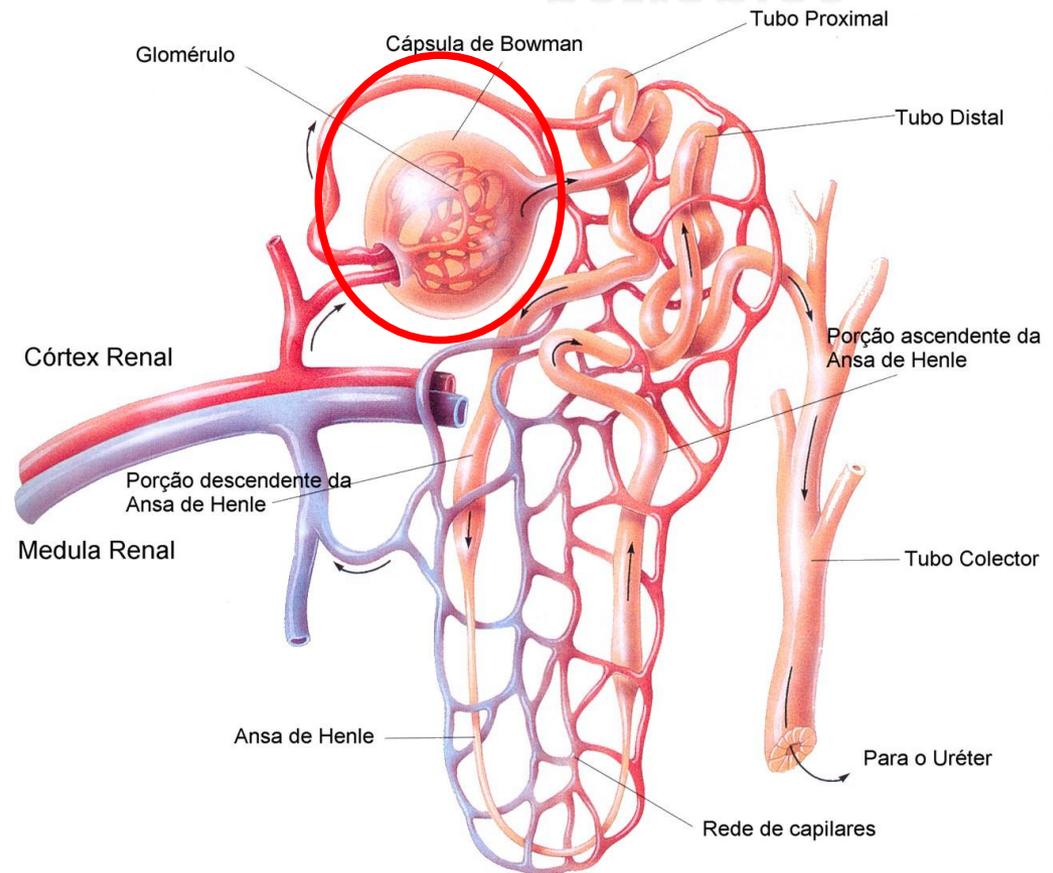


Nefrónio

□ 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**.

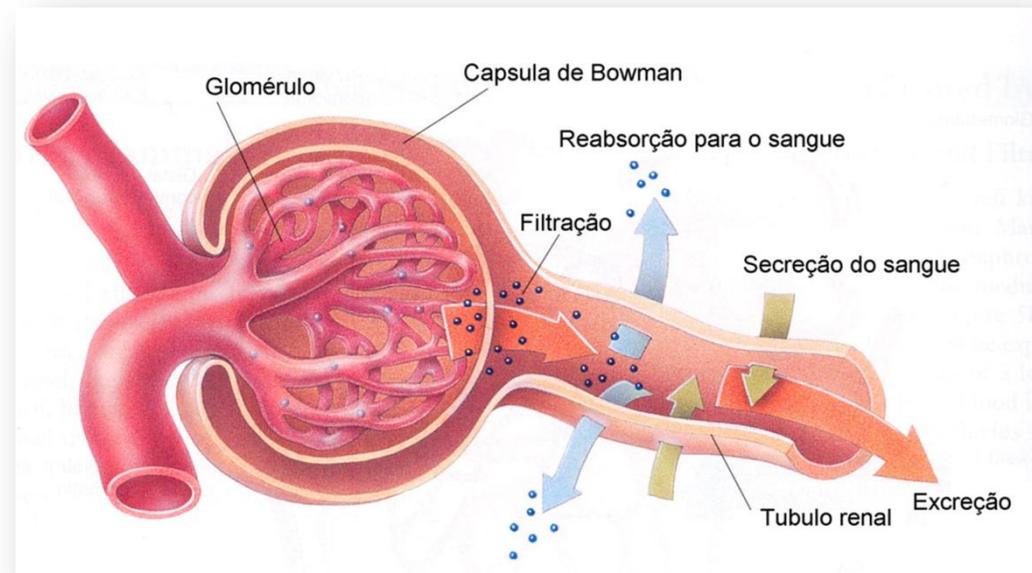
□ Aqui ocorre a filtração do sangue, pois os capilares deixam passar para a capsula de Bowman diversas substâncias:

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

■ Formando o **filtrado glomerular**.

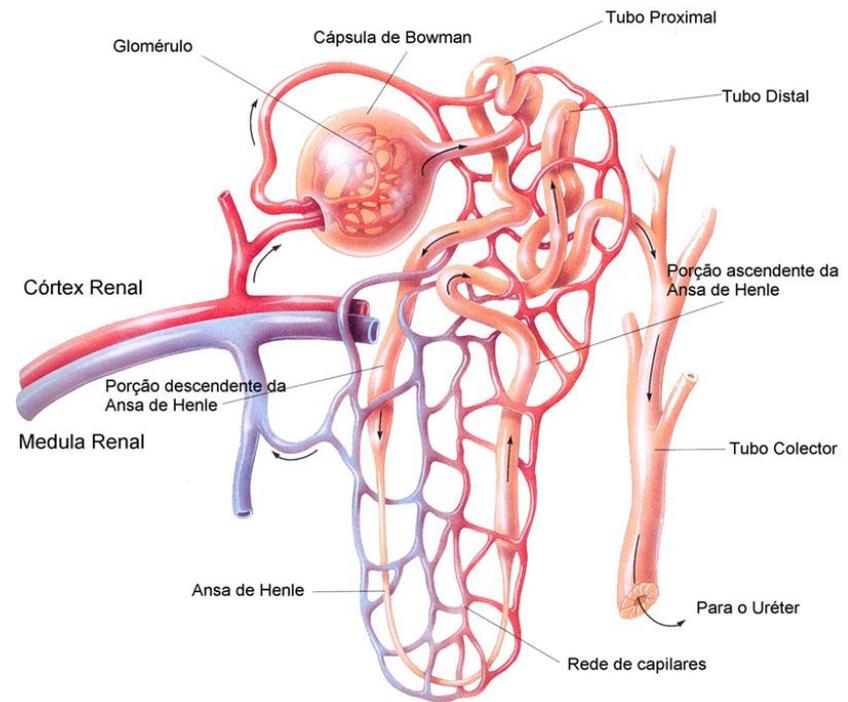
■ A composição do filtrado glomerular é semelhante ao do plasma sanguíneo, não apresentando no entanto macromoléculas.

■ 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.

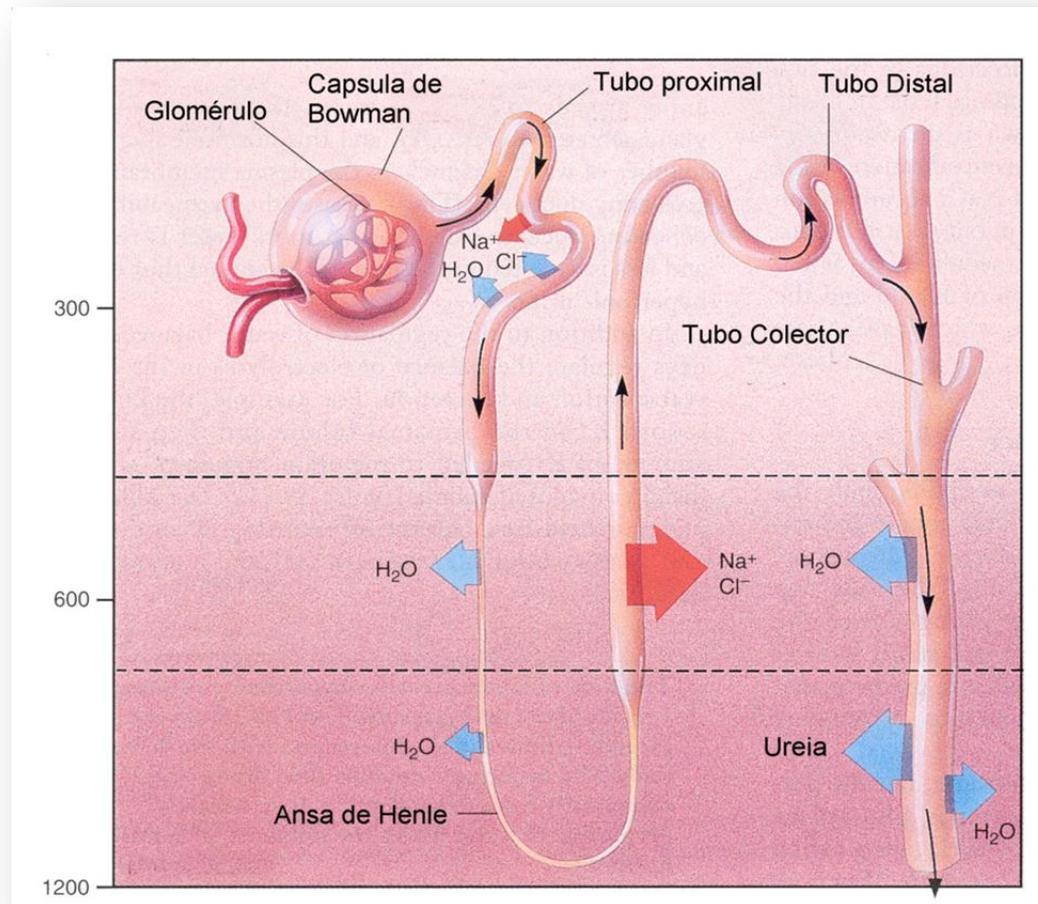


Secreção

- 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 movimenta-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 é controlado pela **hormona antidiurética (ADH)**.

Controlo da produção de urina

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

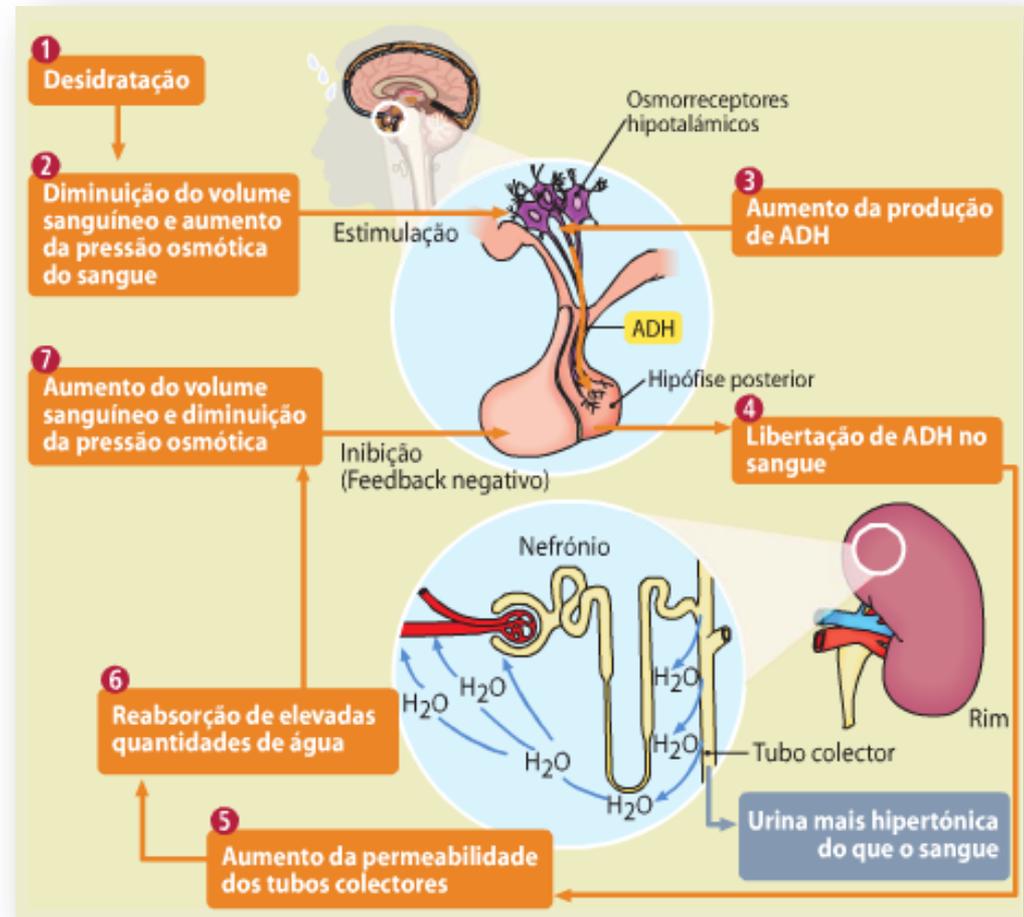
- Elevada pressão osmótica
 - Elevadas quantidades de solutos no sangue;
 - Baixas quantidades de água no sangue.
- Baixa pressão osmótica
 - Baixas quantidades de solutos no sangue;
 - Grande quantidade de água no sangue.

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



↑ Aumento
↓ Diminuição

- 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.