

Os aminoácidos resultantes da decomposição das proteínas constituintes do alimento são utilizados por nossas células tanto na fabricação de suas próprias proteínas como na produção de energia através da respiração celular. A degradação de aminoácidos e de outros compostos orgânicos nitrogenados produz amônia, um composto muito tóxico para as células, que deve ser eliminada do corpo rapidamente.

✓ **Uréia:** Os mamíferos transformam a amônia gerada no metabolismo em outra substância bem menos tóxica, a uréia. Esta reação acontece no fígado: a partir de amônia (originada da amina) e gás carbônico, as células hepáticas produzem uréia. O fígado lança a uréia no sangue, de onde ela é removida pelos rins, o principal órgão de nosso sistema urinário. Outros componentes desse sistema são os *ureteres*, a *bexiga urinária* e a *uretra*.

✓ **Os rins:** Os rins humanos ficam localizados na parte posterior da cavidade abdominal, logo abaixo do diafragma, um de cada lado da coluna vertebral. Nessa posição, estão protegidos pelas últimas costelas e também por uma camada de gordura. O rim possui uma cápsula fibrosa envolvente, que protege sua região mais externa, o córtex renal, onde se localizam os néfrons, estruturas microscópicas responsáveis pela filtração do sangue e pela remoção das excreções. Cada rim apresenta mais de um milhão de néfrons. A parte mais interna do Rim é a medula renal, onde se localizam tubos provenientes dos néfrons, as estruturas onde se forma a urina.

✓ **Néfrons:** Um néfron (ou nefrônio) é uma longa estrutura tubular que possui, em uma das extremidades, uma expansão em forma de taça, a cápsula do glomérulo renal. O túbulo do néfron apresenta três regiões diferenciadas: a mais próxima à cápsula do glomérulo renal é bastante enovelada e chama-se túbulo contorcido proximal; a seguinte conhecida como segmento delgado (ou alça de Henle) é um pouco mais fina e lembra a forma de uma letra U; a esta segue-se o túbulo contorcido distal, que desemboca em um túbulo coletor reto.

Funcionamento Renal

A função dos rins é filtrar o sangue, removendo dele os excretas, principalmente uréia, além de sais, ácido úrico e outras substâncias excedentes no organismo. O sangue a ser filtrado chega ao rim pela artéria renal, a qual se ramifica, originando grande número de pequenas artérias, as arteríolas aferentes. Cada uma dessas arteríolas ramifica-se, formando um enovelado de capilares, o glomérulo renal, que fica alojado na cápsula do glomérulo renal do néfron.

Filtração do sangue

Nos capilares do glomérulo renal, a pressão sanguínea força a saída de diversas substâncias presentes no sangue, tais como água, uréia, glicose, aminoácidos, sais e diversas outras moléculas de pequeno tamanho.

As substâncias extravasadas passam por entre as células da parede da cápsula do glomérulo renal e atingem o túbulo renal, passando a constituir o chamado filtrado glomerular, ou urina inicial. O filtrado glomerular possui composição química semelhante ao plasma sanguíneo, com a diferença de que é destituído de proteínas, moléculas muito grandes e por isso incapazes de atravessar as paredes dos capilares glomerulares.

Reabsorção de substâncias úteis e eliminação ativa de compostos indesejáveis

No túbulo contorcido proximal, as células reabsorvem ativamente glicose, aminoácidos, vitaminas, hormônios, parte dos sais e a maior parte da água do filtrado, devolvendo essas substâncias ao sangue dos capilares que envolvem o néfron. Esses capilares originam-se da ramificação da arteríola eferente, pela qual o sangue deixa a cápsula do glomérulo renal. A uréia não é reabsorvida pelas células das paredes do néfron e, assim, acumula-se no filtrado. Na região do segmento delgado, ocorre principalmente reabsorção de água do filtrado, que vai se tornando cada vez mais concentrado. As células da parede do túbulo contorcido distal removem ativamente do

sangue substâncias como ácido úrico, amônia e outros compostos indesejáveis.

Acontece, porém, que a permeabilidade da parede do túbulo distal depende da presença de ADH, isso é, do hormônio antidiurético, liberado pela hipófise.

Esse hormônio tem a propriedade de aumentar a permeabilidade do túbulo distal e, assim, determinar maior reabsorção de água. Bebidas alcoólicas costumam aumentar o volume da urina. Isso acontece porque o álcool etílico bloqueia a liberação de ADH no sangue. Assim, perdendo mais água do que deve, a pessoa sente mais sede que o normal, sintoma conhecido como ressaca. Além do ADH, há outro hormônio participante do equilíbrio hídrico do organismo: a aldosterona, produzida nas glândulas supra-renais. Ela aumenta a reabsorção ativa de sódio e a secreção ativa de potássio nos túbulos renais, possibilitando maior retenção de água no organismo.

Ao fim do percurso pelos túbulos do néfron, o filtrado glomerular transformou-se na urina, um fluido aquoso constituído predominantemente por uréia, além de amônia, ácido úrico e sais diversos em menor quantidade. Dos 160 litros de filtrado glomerular produzidos diariamente nos rins de uma pessoa, forma-se apenas 1,5 litro de urina. Portanto, mais de 98% da água do filtrado são reabsorvidos durante o trajeto pelo túbulo do néfron.

Os capilares que reabsorvem as substâncias úteis dos túbulos renais reúnem-se, formando a veia renal, que leva o sangue para fora do rim.

Eliminação da urina

Os néfrons desembocam em túbulos coletores de urina, que se unem para formar tubos de calibre cada vez maior. A fusão desses dutos origina um tubo único, o ureter, que sai do rim em direção à bexiga urinária, uma bolsa de parede elástica, dotada de musculatura lisa, cuja função é armazenar provisoriamente a urina produzida nos rins. Quando está cheia. A bexiga de um adulto pode conter meio litro de urina.

A eliminação da urina armazenada na bexiga é feita através da uretra, um canal que se origina na bexiga e termina, na mulher, no pudendo feminino, e, no homem, na extremidade do pênis.

A comunicação da bexiga com a uretra mantém-se fechada por meio de esfíncteres. Quando a musculatura desses esfíncteres relaxa e a musculatura da parede da bexiga se contrai, ocorre a eliminação da urina, processo denominado micção.

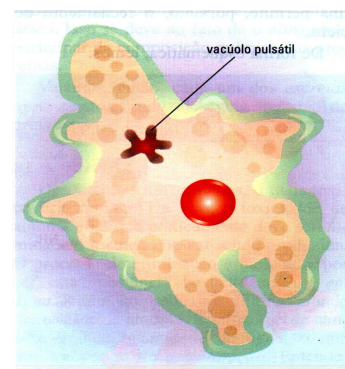
Glândulas Sudoríparas

Distribuem-se por todo o organismo, na sua superfície corporal. Possui duas funções básicas: eliminar excretas e regularizar a temperatura corporal. Os excretas são principalmente uréia, ácido úrico e cloreto de sódio; os excretas são retiradas do sangue pelas glândulas sudoríparas e são eliminados pelos poros, passando pelo canal excretor até chegar à superfície corporal. A regulação da temperatura corporal se dá através da evaporação do suor, que retira o calor do organismo, assim em dias quentes ou após atividades físicas quando a temperatura corporal tende a elevar-se suamos mais a fim de diminuir a temperatura.

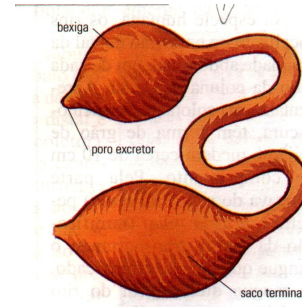
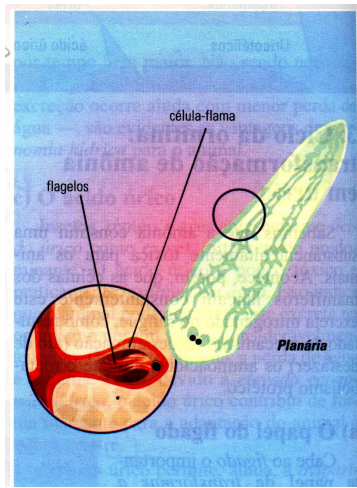
EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS EXCRETORES

Nos organismos unicelulares aquáticos como poríferos e celenterados, os excretas são eliminados através da superfície do corpo por um processo de **difusão simples**. Não existe nesses animais um sistema excretor especializado.

_____: presença de vacúolo pulsátil ou contrátil, que promove a eliminação para o meio externo do excesso de água e de alguns resíduos metabólicos.



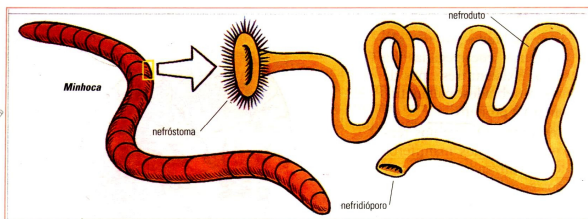
_____: excreção feita através de estruturas denominadas células-flama ou solenócitos.



_____ : a excreção ocorre através das glândulas coxais situadas próximo ao cefalotórax.

_____ : sistema excretor representado por um conjunto de nefrídeos.

_____ : estrutura denominada órgão de bojanus.

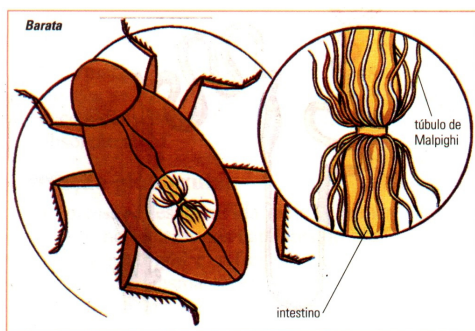


_____ : as estruturas encarregadas de realizar a excreção são os rins.

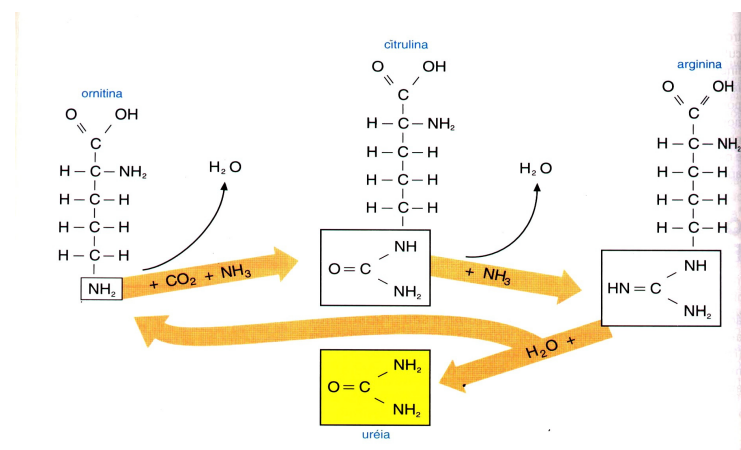
CICLO DA ORNITINA E FORMAÇÃO DE URÉIA

_____ : excreção feita através dos túbulos de Malpighi. Essas estruturas coletam os excretas do sangue e os transportam até o intestino onde se misturam com as fezes e são eliminados por elas.

Durante o metabolismo das proteínas, os aminoácidos são desaminados, isto é, perdem o seu grupamento amina (NH_2) a desaminação, com formação de amônia (NH_3), ocorre em todas as células do organismo, porém muito mais intensamente nas células do fígado. Isso mostra que há formação de amônia nas nossas células. Para que a mesma seja logo retirada do meio intracelular, ela entra num ciclo de reações que recebeu o nome de **ciclo da ornitina**. No fim do ciclo, a ornitina que entrou no processo reaparece integralmente, mas a amônia está transformada em uréia.



ESQUEMA DO CICLO DA ORNITINA



_____ : estruturas especializadas denominadas glândulas verdes, situadas na porção ventral da cabeça. Essas glândulas coletam os excretas do sangue e os eliminam para o exterior através de poros excretores.

Exercícios

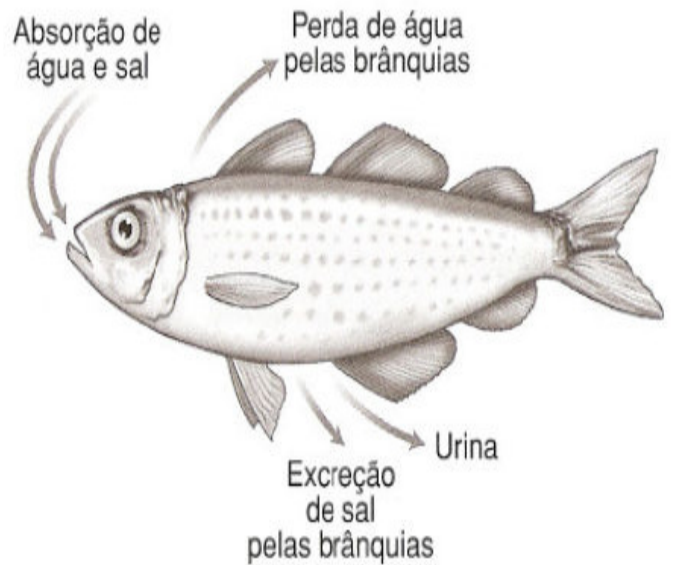
1) (UFRJ) Quando se faz um esforço físico prolongado ou quando a temperatura ambiente está alta, a sudorese (produção de suor) ajuda a baixar a temperatura do corpo. Nestas circunstâncias, é comum a urina se tornar mais concentrada. Explique a relação fisiológica entre esses fatos.

2) (UNIRIO) Os tubarões acumulam uréia no sangue, como artifício de sobrevivência ao meio marinho, porque:

- a) a água do mar é hipotônica em relação ao seu meio interno, o que favorece a desidratação.
- b) os vacúolos pulsáteis das células branquiais não são eficientes na expulsão do excesso de água absorvida.
- c) tornando-se isotônicos em relação ao mar, a osmorregulação é controlada.
- d) o sangue elimina os sais absorvidos pelo intestino por osmose.
- e) há excessiva eliminação de urina, e a perda da uréia diminui a concentração de sais no sangue.

3) (UFF-RJ) A excreção é um processo fundamental para a manutenção da homeostasia nos seres vivos. Obtida a partir do catabolismo dos aminoácidos, a amônia é um exemplo de substância que, por ser altamente tóxica, deve ser rapidamente eliminada. Animais terrestres podem excretar amônia sob a forma de uréia (ureotélicos) ou de ácido úrico (uricotélicos). Considere estas informações e apresente a vantagem de determinados animais terrestres terem o ácido úrico, e não a uréia, como o principal excreta produzido pelo catabolismo dos aminoácidos.

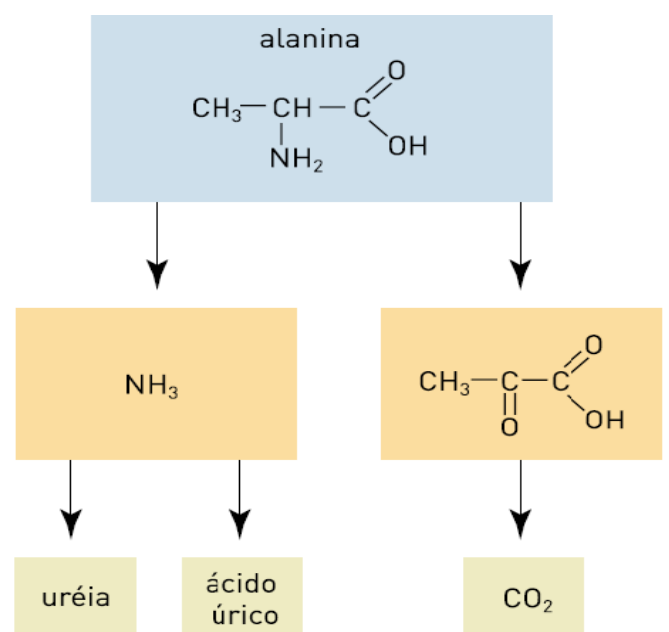
4) (UERJ 2001) A figura abaixo demonstra alguns aspectos da osmorregulação em peixes ósseos vivendo em ambiente marinho.



AMABIS & MARTHO. *Biologia dos organismos*. São Paulo: Moderna, 1995.

Justifique por que o mecanismo de excreção de sal pelas brânquias desses animais deve ser ativo.

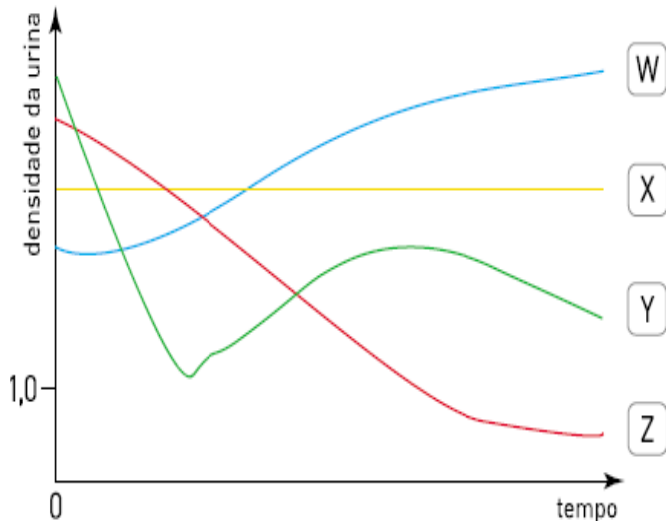
5) (UERJ 2007) Observe, abaixo, o esquema simplificado de como acontece, em diversos animais, o catabolismo do aminoácido alanina.



Nos animais ovíparos, como as aves e os répteis, o principal produto de excreção derivado do grupamento de

caráter básico desse aminoácido denomina-se: (A) uréia (B) ácido úrico (C) ácido pirúvico (D) gás carbônico.

6) (UERJ 2007) A água, principal componente químico do corpo humano, é perdida em quantidades relativamente altas por meio dos mecanismos de excreção, devendo ser reposta para evitar a desidratação. Observe o gráfico:



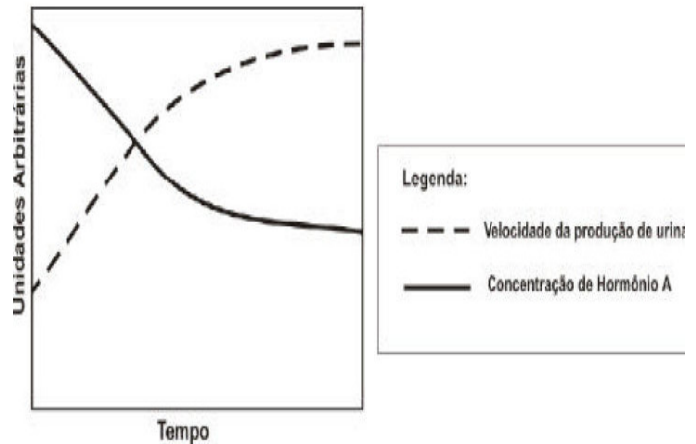
Considere que o ponto zero do gráfico corresponde ao instante a partir do qual uma pessoa deixa de repor a água perdida por seu organismo. A curva que registra as alterações da densidade da urina dessa pessoa, em função do tempo, é a identificada pela seguinte letra:

(A) W (B) X (C) Y (D) Z

7) (PUC-RJ) Marque a opção que apresenta a afirmativa correta com relação aos aparelhos excretores e respectivos tipos de excreção dos animais.

- a) A uréia, excretada pelos mamíferos é mais tóxica do que a amônia e o ácido úrico.
- b) A excreção de produtos nitrogenados sob a forma de ácido úrico provoca um maior gasto de água.
- c) Os restos nitrogenados podem ser reciclados por bactérias do ciclo do nitrogênio.
- d) Os animais terrestres geralmente excretam restos nitrogenados sob a forma de amônia.
- e) Os animais aquáticos geralmente excretam ácido úrico, que possui alta solubilidade em água.

8) (UFF 2007) O gráfico abaixo representa as variações fisiológicas de um indivíduo saudável após um período de ingestão contínua de grande volume de água e antes da micção.



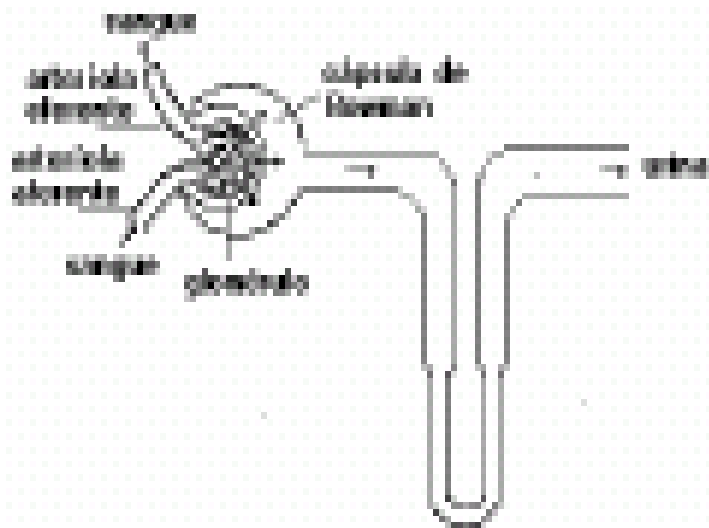
a) Identifique o hormônio A, sua função e a glândula que o secreta.

b) Trace, no gráfico acima, a curva de reabsorção de água pelo organismo do indivíduo em questão.

c) No caso de aumento da concentração de potássio no sangue, informe que hormônio será produzido. Justifique.

9) (UFRJ 2005) A consistência firme (turgor) dos olhos dos vertebrados aquáticos é consequência da pressão do fluido em seu interior. A estabilidade do turgor dos olhos dos tubarões, por exemplo, se deve à elevada concentração de sais de uréia no sangue e no interior dos olhos. Explique de que maneira essa alta concentração de sais contribui para o turgor dos olhos dos tubarões.

10) (Fuvest 1991) Recentemente descobriu-se que, quando aumenta a pressão nos átrios (aurículas) cardíacos, estes secretam um hormônio - o fator atrial - que tem ação direta sobre os néfrons, as unidades filtradoras dos rins. Entre outros efeitos, o fator atrial produz dilatação da arteríola aferente, combinada com a constrição da arteríola eferente (veja o esquema a seguir que representa um néfron). Dessas informações, pode-se deduzir que a secreção de fator atrial provoca:



- a) maior filtração glomerular, formação de mais urina, diminuição da pressão sangüínea.
- b) menor filtração glomerular, formação de mais urina, diminuição da pressão sangüínea.
- c) maior filtração glomerular, formação de menos urina, elevação da pressão sangüínea.
- d) menor filtração glomerular, formação de menos urina, elevação da pressão sangüínea.
- e) menor filtração glomerular, formação de mais urina, elevação da pressão sangüínea.

GABARITO

1) A sudorese consiste em perda de água pelo indivíduo para que haja regulação da temperatura corporal. Na presença de baixa quantidade de água, ocorrerá uma grande liberação de ADH no sangue. Disso resulta uma alta reabsorção de água nos néfrons. Em consequência, a urina se torna escassa e concentrada, determinando, assim, uma acentuada economia hídrica para o indivíduo.

2) C

3) O ácido úrico é pouco tóxico e praticamente insolúvel em água. Isso indica que o animal pode acumular esse excreta no organismo por um tempo consideravelmente longo. Quando o elimina, a perda de água é mínima. Logo, devido à elevada economia hídrica, o ácido úrico contribui para a adaptação do animal à vida terrestre. Ele também permite a oviparidade; um embrião morreria intoxicado rapidamente, caso produzisse amônia ou uréia.

4) O mecanismo deve ser ativo porque a concentração de sal do meio externo é maior que a do meio interno.

5) B

6) A

7) C

8) a) Hormônio antidiurético (ADH). Seu efeito principal é aumentar a reabsorção da água, sendo produzido na neurohipófise.

b) A curva de reabsorção da água deverá ser descendente e traçada de forma similar à representada para a concentração do hormônio A.

c) Aldosterona, pois este é o hormônio que estimula o aumento da remoção do potássio do sangue para a urina.

9) A alta concentração intraocular de sais de uréia aumenta a pressão osmótica do globo ocular, aproximando-a daquela da água do mar. A forma se mantém estável porque os dois meios se tornam aproximadamente isotônicos.

10) A