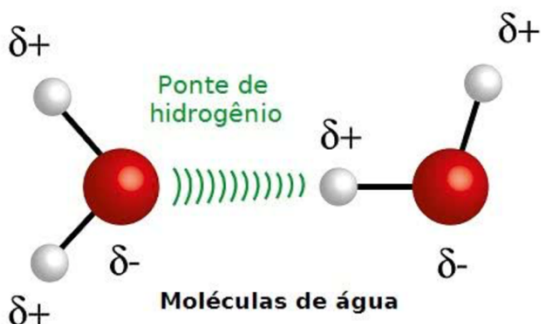


**Biologia Molecular: Água e sais minerais****ÁGUA - INTRODUÇÃO**

A água compõe a maior parte da massa corporal do ser humano. É o solvente biológico ideal. A capacidade solvente inclui íons (ex.:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ), açúcares e muitos aminoácidos. Sua incapacidade para dissolver algumas substâncias como lipídeos e alguns aminoácidos, permite a formação de estruturas supramoleculares (ex.: membranas) e numerosos processos bioquímicos (ex.: dobramento protéico). Nela estão dissolvidas ou suspensas as moléculas e partículas necessárias para o bom funcionamento celular. Reagentes e produtos de reações metabólicas, nutrientes, assim como produtos de excreção, dependem da água para o transporte no interior das células e entre as células.

As interações fracas são os meios pelos quais as moléculas interagem entre si – enzimas com seus substratos, hormônios com seus receptores, anticorpos com seus antígenos. A força e a especificidade das interações fracas são grandemente dependentes do meio onde ocorrem, sendo que a maioria das interações biológicas tem lugar na água. Duas propriedades da água são especialmente importantes para a existência dos seres vivos:

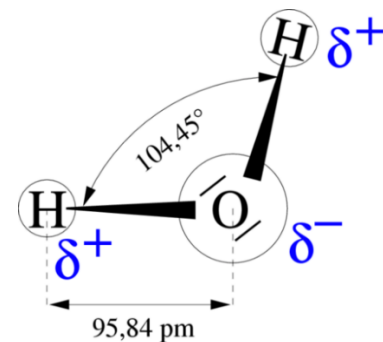
- A água é uma **molécula polar**. A molécula de água é não-linear com distribuição da carga de forma assimétrica.
- A água é altamente coesiva. As moléculas de água interagem entre si por meio de **pontes de hidrogênio**. A natureza altamente coesiva da água afeta as interações entre as moléculas em solução aquosa.

**Estrutura da Água, ponte de hidrogênio e polaridade**

A água é uma molécula dipolar formada por dois átomos de hidrogênio ligados a um átomo de oxigênio. Cada átomo de hidrogênio possui uma carga elétrica parcial positiva ( $\delta^+$ ) e o átomo de oxigênio, carga elétrica parcial negativa ( $\delta^-$ ). Assim, o compartilhamento dos elétrons entre H e O é desigual, o que acarreta o surgimento de dois dipolos elétricos na molécula de água; um para cada ligação H–O. O ângulo de ligação entre os hidrogênios e o oxigênio (H–O–H) é  $104,45^\circ$ , tornando a molécula eletricamente assimétrica e produzindo dipolos elétricos. Ao se aproximarem, as moléculas de água interagem, pois a carga elétrica parcial positiva do hidrogênio de uma molécula atrai a carga elétrica parcial negativa do oxigênio de outra

molécula de água adjacente, resultando em uma atração eletrostática denominada ponte de hidrogênio. Quatro moléculas de água podem interagir produzindo uma estrutura quase tetraédrica estabilizada por pontes de hidrogênio.

Se a molécula de água tivesse geometria linear, ela seria apolar, pois haveria dois vetores de polaridades de igual intensidade e direções inversas, com o oxigênio negativo no centro e os hidrogênios positivos nas extremidades, o que implicaria em um vetor neutralizando o outro. No entanto, o átomo de oxigênio tem dois pares de elétrons livres, o que gera um efeito espacial que faz com que a molécula de água possua forma angulada, sendo o átomo de oxigênio o vértice do ângulo de  $104,45^\circ$  com os dois átomos de hidrogênio. Devido a essa forma angulada, a molécula de água possui comportamento polar, com o oxigênio como polo negativo e os hidrogênios como polo positivo. A polaridade da água é a principal responsável por determinar suas demais propriedades.



As interações não-covalentes são geralmente eletrostáticas; elas ocorrem entre o núcleo positivo de um átomo e a nuvem eletrônica de outro átomo adjacente. De modo diferente das ligações covalentes, as interações não-covalentes são individualmente fracas e facilmente rompida. No entanto, coletivamente elas influenciam de modo significativo as propriedades químicas e físicas da água e as estruturas, propriedades e funções das biomoléculas (proteínas, polissacarídeos, ácidos nucleicos e lipídeos) pelo efeito cumulativo de muitas interações. O grande número de interações não-covalentes estabiliza macromoléculas e estruturas supramoleculares, de tal modo que essas ligações sejam rapidamente formadas ou rompidas permitindo a flexibilidade necessária para manter os processos dinâmicos da vida. Nos organismos vivos, as interações não-covalentes mais importantes são: pontes de hidrogênio, interações iônicas, interações hidrofóbicas e interações de van der Waals.

**Alta coesão e Alta adesão**

**Coesão** é a propriedade de uma molécula pela qual a mesma atrai moléculas idênticas a si. A água possui alta capacidade de coesão, atraindo outras moléculas de água e se mantendo em estado líquido. Essa coesão da água se dá devido a duas interações principais, as pontes de hidrogênio e as forças dipolo-dipolo (que se dão pela atração elétrica entre a região negativa e a região positiva de moléculas polares). A alta coesão da água explica porque gotas de água são esféricas: todas as moléculas de água da gota se

atraem mutuamente, de modo que a água tende a assumir um volume compacto, sem se espalhar por todo o meio onde se encontram.

As forças de atração nas moléculas abaixo da superfície de uma gota de água são diferentes daquelas que ocorrem na superfície. As moléculas abaixo da superfície fazem pontes de hidrogênio em todas as direções, de modo que elas se atraem mutuamente com a mesma força. As moléculas da superfície, no entanto, não formam pontes de hidrogênio acima delas, mas somente abaixo e ao lado, de modo que essa desigualdade de forças promove uma coesão mais forte na camada superficial, que passa a se comportar como uma película ou membrana flexível, ao que se chama tensão superficial.

**Tensão superficial** é a propriedade pela qual a camada superficial de um líquido se comporta como uma película flexível, estando relacionada à coesão das moléculas do líquido. A alta tensão superficial da água explica porque alguns tipos de insetos (chamados por vezes de insetos "Jesus") são capazes de caminhar sobre a água: o peso do inseto é insuficiente para quebrar a coesão entre as moléculas de água.

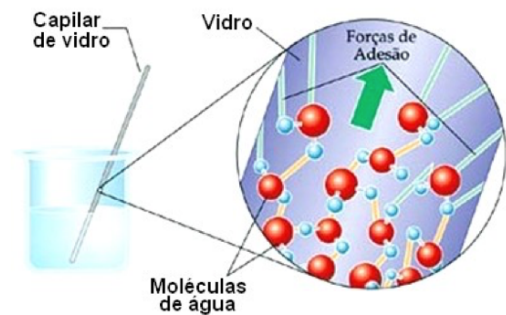
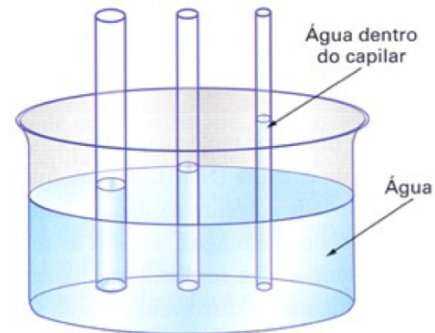


Além disso, a tensão superficial da água é a mais alta de todos os líquidos ( $0,073 \text{ N m}^{-1}$ ) e garante o perfeito equilíbrio entre o líquido que escoar nos rios e canais, a formação das gotas, a penetrabilidade da água em poros e microporos, a transferência e condução da água através de membranas e a miscibilidade da água com outras substâncias líquidas.

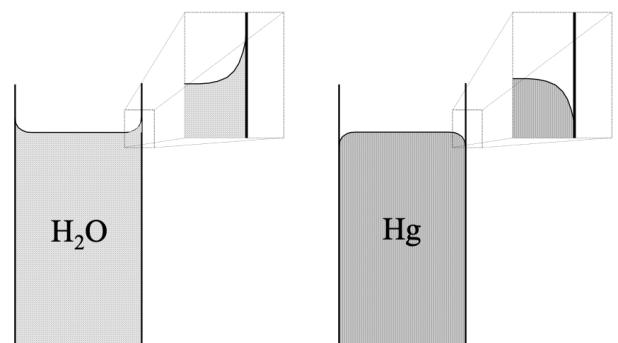
A sua baixa viscosidade ( $0,001 \text{ N s m}^{-2}$ ) permite que ela alcance quase todos os lugares, penetrando os materiais rochosos, alcançando as profundezas da terra, alimentando os rios e as cachoeiras. A constante dielétrica ( $\epsilon = 80$ ) é a mais alta entre os líquidos, o que garante que sais minerais e grande parte das moléculas sejam solúveis em água. Esses compostos representam nutrientes para muitos organismos vivos e podem ser espalhados e carregados pela água para todos os lugares.

Ao colocarmos uma das extremidades de um tubo capilar de vidro dentro de um recipiente com água, observa-se que a água sobe no tubo e entra em repouso a uma determinada altura acima da superfície da água no recipiente. Se ao invés de água utilizarmos mercúrio, observa-se que o nível de

mercúrio dentro do tubo capilar se estabiliza a uma distância abaixo do seu nível no recipiente. No primeiro caso, diz-se ter ocorrido uma ascensão capilar e no segundo uma depressão capilar. A explicação destes fenômenos capilares é feita com base numa propriedade associada com a superfície livre de qualquer líquido, denominada tensão superficial. No entanto, é importante verificar que no fenômeno de **capilaridade** observa-se a atividade de adesão e coesão, propriedades importantes da molécula de água.



Quando colocamos água pura num copo de vidro limpo, notamos que, próximo da sua parede, a superfície da água se encurva para cima. Se, ao invés de água, colocarmos mercúrio no copo, observa-se que a curvatura da superfície é voltada para baixo (figura abaixo). Observa-se também que, no caso da água, a superfície se adere ao vidro, ao passo que no caso do mercúrio, existe uma tendência para a superfície se afastar do vidro.



Esses fenômenos se devem às forças de coesão entre as moléculas do líquido e as de adesão entre as moléculas do líquido e as da parede (vidro, plástico, metal etc.). No caso

da água num copo de vidro, as forças de adesão entre as moléculas da água e a parede são maiores que as de coesão na própria água. Daí a tendência da água aderir no copo, curvando-se para cima na proximidade da parede, formando um menisco côncavo. No caso de mercúrio, as forças de coesão entre suas moléculas são maiores que as de adesão entre mercúrio e vidro. Assim, a tendência do mercúrio é se afastar da parede, formando um menisco convexo.

### Alta capacidade de Dissolução

A água é considerada o solvente universal para moléculas polares. Como a maioria das substâncias que ocorrem nos seres vivos são polares, como glicídios, proteínas, ácidos nucleicos e sais minerais, a água dissolve a maior parte dos constituintes da matéria viva.

No entanto, devido ao princípio químico que afirma que "*semelhante dissolve semelhante*", ou seja, substâncias polares dissolvem substâncias polares e substâncias apolares dissolvem substâncias apolares, a água polar não dissolve substâncias apolares como os lipídios. Por esse motivo, os lipídios são os constituintes principais das membranas celulares, isolando água e substâncias dissolvidas no meio interno da célula da água e substâncias dissolvidas no meio externo da célula.

Uma vez que a água dissolve a maior parte dos constituintes da matéria viva, ela age como meio para reações químicas, de modo que todas as reações metabólicas ocorrem em meio aquoso, e age como meio para transporte de substâncias, como ocorre em líquidos corporais como sangue, linfa e seiva.

A água não é apenas um **solvente universal**, mas também desempenha papel ativo em grande parte dos processos químicos em meio aquoso, reagindo e formando outras moléculas. Assim, o dióxido de carbono,  $\text{CO}_2$ , solubilizando-se na água, forma o ácido carbônico,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . O íon carbonato,  $\text{CO}_3^{2-}$ , por sua vez, oriundo da interação da água com o ácido carbônico, interage com cátions, principalmente os metais alcalino terrosos, para formar carbonatos. Na natureza, as reações de dissolução e precipitação controladas pela solubilidade de carbonatos (principalmente de cálcio e magnésio), formam estalagmites e estalactites, que nos deixam maravilhados nas explorações espeleológicas. As rochas, com suas estruturas únicas e belas, guardam, muitas vezes, o trabalho paciente e incansável da água que, por milhares de anos, moldou a sua forma. As formações rochosas de todos os tipos são afetadas pela presença ou ausência da água. O grau de hidratação desses materiais lhes confere variações grandes de cor e propriedades. Microrganismos, vegetais e animais proliferam nos ambientes onde há nutrientes e água. A biodiversidade nos ensina como a natureza pode encontrar caminhos inusitados de adaptação e de especialização, sendo que cada organismo pode se adaptar às mais diferentes condições encontradas no planeta.

### Alto calor específico

A água apresenta elevado calor específico - energia necessária para elevar de 1 °C a temperatura de 1 g de uma

substância. O alto calor específico da água permite que ela atue como tampão térmico. Muitos organismos mantêm temperatura praticamente constante, mesmo quando a temperatura ambiente diminui ou aumenta, ou quando o calor é gerado pelo metabolismo, graças a essa propriedade da água, pois grande quantidade de calor é necessária para aumentar a temperatura da água ou de um meio aquoso. A água também apresenta **elevado calor de vaporização** - energia necessária para converter 1 g de líquido em vapor, estando ambos na temperatura de ebulição e pressão atmosférica (2.260 J/g), praticamente o dobro do calor de vaporização do metanol e quase três vezes o do etanol. O alto calor de vaporização da água é explorado pelos vertebrados para eliminar o excesso de calor pela evaporação do suor.

### Alto calor de Vaporização

**Calor latente de vaporização** é a quantidade de calor necessária para alterar o estado físico de uma amostra de determinada substância de líquido para gasoso. A água tem alto calor latente de vaporização quando comparada a outras substâncias, sendo esse calor latente de vaporização de 540 cal/g a 100 °C, o que significa que são necessárias 540 cal para que 1 g de água passe do estado líquido para o gasoso a 100 °C.

O significado prático de a água ter um alto calor latente de vaporização é que a água exige grande quantidade de calor para evaporar. Isso ocorre devido à grande quantidade de energia necessária para quebrar as pontes de hidrogênio que mantém a água em estado líquido, de modo a diminuir o grau de agregação entre as moléculas de água e levá-la ao estado gasoso. Desse modo, a água absorve muito calor para que possa passar do estado líquido para o gasoso.

A grande quantidade de calor absorvida na evaporação da água faz com que a mesma possa ser usada para controlar a temperatura corporal, evitando seu aumento. Em mamíferos, a sudorese emprega esse princípio: quando o suor evapora, consome o calor da pele, que então resfria.

Em ambientes úmidos, como florestas tropicais (devido à alta taxa de transpiração vegetal), e/ou em dias nublados, a evaporação do suor se torna mais difícil, de modo que a dificultar a remoção do calor da pele, que não resfria, o que gera uma sensação mais intensa de calor. Já em ambientes secos e/ou ventilados, a sensação de calor é atenuada, uma vez que a evaporação do suor se torna mais fácil, facilitando a remoção do calor da pele.

### Alto calor de Fusão

**Calor latente de fusão** é a quantidade de calor necessária para alterar o estado físico de uma amostra de determinada substância de sólido para líquido. Calor latente de solidificação é a quantidade de calor necessária alterar o estado físico de uma amostra de determinada substância de líquido para sólido. O valor dos calores latentes de fusão e solidificação são iguais em módulo, mas com sinais inversos, sendo que há ganho de calor para que haja fusão e perda de calor para que haja solidificação. A água tem alto calor latente de fusão quando comparada a outras substâncias, sendo esse calor latente de fusão de 80 cal/g a 0°C, ou seja,



são necessárias 80 cal para que 1 g de água passe do estado sólido para o líquido a 0°C. Como consequência, a água tem alto calor latente de solidificação quando comparada a outras substâncias, sendo esse calor latente de solidificação de -80 cal/g a 0°C, o que significa que são necessárias 80 cal perdidas para que 1 g de água passe do estado líquido para o sólido a 0°C.

O significado prático de a água ter um alto calor latente de solidificação é que a água tem que perder grande quantidade de calor para solidificar. Desse modo, a água tem grande dificuldade de congelar, o que preserva os constituintes da matéria viva em temperaturas muito baixas. Se houver congelamento da água, podem ocorrer sérios danos às estruturas celulares, uma vez que cristais de gelo podem assumir formas geométricas com pontas perfurantes.

**A água nas Reações Químicas**

As reações químicas são processos onde uma ou mais moléculas de substâncias sofrem modificações, transformando-se em outras substâncias. Os reagentes são as moléculas que se transformam, originando o produto. A água participa das reações tanto como reagente quanto com produto. As moléculas de água estão em constante movimentação dentro de um sistema, o que favorece a agitação das moléculas na solução. Com isso, há uma maior facilidade de "encontrarem-se" e reagirem. Nos seres vivos é impossível calcular a quantidade de reações químicas que ocorrem nas células, mas sabemos que a vida depende dessas reações. Ao conjunto de reações químicas que ocorrem em um organismo damos o nome de metabolismo. Quando a água participa de uma reação como reagente, o processo recebe o nome de reação de hidrólise (do grego, lise = quebra). Isso acontece porque a água promove a quebra da molécula que está reagindo com ela. Quando a água participa de uma reação como produto, o processo recebe o nome de reação de síntese por desidratação, pois são retirados átomos de H e O da molécula, que se unem, formando uma molécula de água. Isso ocorre nas ligações entre aminoácidos para formar as proteínas.

**Variação no teor de água no organismo**

A proporção de água nos seres vivos varia segundo três fatores principais: espécie, atividade metabólica e idade.

**Espécie**

Cada espécie tem um teor corporal de água que lhe é peculiar. Como exemplo, o percentual de água corporal em seres humanos é de cerca de 64% e em águas-vivas é de cerca de 98%.

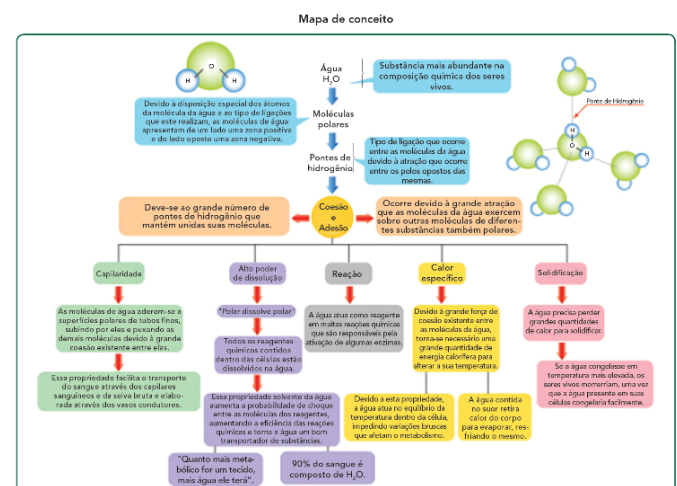
**Atividade metabólica**

Quanto maior a atividade metabólica em um tecido, maior o teor de água nele, o que se justifica pelo fato de que a água é o meio para a ocorrência das reações metabólicas. Como exemplo, a alta atividade metabólica justifica o alto teor de água em tecidos como tecido nervoso, com cerca de 90% de água, e tecido muscular, com cerca de 83% de água. Por outro lado, a baixa atividade metabólica justifica o baixo teor

de água no tecido ósseo, com cerca de 25% de água apenas.

**Idade**

Quanto menor a idade de um indivíduo, maior a necessidade de reações químicas relacionadas ao crescimento e ao desenvolvimento, ou seja, maior a sua atividade metabólica e, conseqüentemente, maior o seu teor de água. Em humanos, por exemplo, um embrião com 1,5 mês de vida tem cerca de 97% de água, um feto de 3 meses tem cerca de 94% de água, um feto de 8 meses tem cerca de 83% de água, um recém-nascido tem cerca de 71% de água e um adulto tem cerca de 64% de água em seu corpo.



**SAIS MINERAIS**

Os minerais, como também as vitaminas, não podem ser sintetizados pelo organismo e, por isso, devem ser obtidos através da alimentação. Não fornecem calorias, mas se encontram no organismo desempenhando diversas funções. Os minerais possuem papéis essenciais, tais como: constituintes estruturais dos tecidos corpóreos, por exemplo o cálcio e o fósforo que formam os ossos e dentes; como reguladores inorgânicos que controlam os impulsos nervosos, a atividade muscular e o balanço ácido-base do organismo; como componentes ou ativadores/reguladores de muitas enzimas. Além disso, muitos minerais estão envolvidos no processo de crescimento e desenvolvimento corporal. Como componentes dos alimentos, os minerais participam no sabor, ativam ou inibem as enzimas e outras reações que influem na textura dos alimentos.

Sódio (Na<sup>+</sup>), Potássio (K<sup>+</sup>) e Cloreto (Cl<sup>-</sup>)

Sódio, potássio e cloreto não ocorrem na natureza na forma de sais insolúveis, estando sempre em suas formas iônicas. O sódio é íon positivo mais abundante em organismos animais, o potássio é o íon positivo mais abundante em organismos vegetais, e o cloreto é íon negativo mais abundante em todos os seres vivos. Por serem solúveis e muito abundantes, sódio, potássio e cloreto agem na manutenção do equilíbrio hídrico dos organismos vivos através de mecanismos de osmose.

De modo geral, se um determinado meio ganha sódio, potássio e/ou cloreto, fica hipertônico e ganha água por osmose, e se perde sódio, potássio e/ou cloreto, fica hipotônico e perde água por osmose. Assim, células e líquidos extracelulares controlam o teor desses íons para controlar o teor de água. Um importante exemplo da ação osmótica desses íons está nos efeitos da ingestão de grandes quantidades de sal de cozinha nos alimentos. O sal se acumula no sangue, que fica hipertônico em relação aos demais tecidos corporais e atrai água por osmose, o que leva ao aumento do volume sanguíneo (aumento de volemia) e, conseqüentemente, da pressão sanguínea (hipertensão arterial), além de levar à desidratação dos demais tecidos, gerando a sensação de sede. Efeito semelhante ocorre com a ingestão de grandes quantidades de açúcar porque a osmose não depende da natureza química do soluto, mas somente da concentração do mesmo. No entanto, o efeito osmótico do açúcar em causar hipertensão arterial e sede é menor que o do sal de cozinha, uma vez o açúcar é constituído de uma única partícula e o sal (NaCl) se dissocia em duas partículas, Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>. Desse modo, uma concentração de 1 molar de sal implica no dobro do poder osmótico de uma concentração de 1 molar de açúcar.

Outro importante exemplo da ação osmótica desses íons está no uso do sal de cozinha como conservante, como, por exemplo, na produção de carne de sol (ou de charque). O sal torna a carne hipertônica em relação às bactérias decompositoras, que perdem água por osmose, de modo que desidratam e morrem, o que impede que a carne se decomponha. Efeito semelhante ocorre quando se fabrica doces de frutas, como a goiabada, onde o açúcar também atrai água por osmose, desidratando e matando as bactérias decompositoras, o que justifica o efeito conservante do açúcar.

Em células animais, o teor de sódio fora da célula é maior que o teor de sódio dentro da célula, ou seja, [Na<sup>+</sup>] extracelular > [Na<sup>+</sup>] intracelular, de modo que a tendência natural é que haja a entrada de sódio (Na<sup>+</sup>) na célula. O teor de potássio dentro da célula é maior que o teor de potássio fora da célula, ou seja, [K<sup>+</sup>] intracelular > [K<sup>+</sup>] extracelular, de modo que a tendência natural é que haja a saída de potássio (K<sup>+</sup>) da célula. Como o teor total de sódio é maior que o teor total de potássio, ou seja, [Na<sup>+</sup>] total > [K<sup>+</sup>] total, essa passagem de íons levaria a um desequilíbrio osmótico na célula. Para compensar essa passagem natural de íons, existe um mecanismo, a bomba de sódio e potássio, que consome energia para transportar o sódio de volta para o meio extracelular e o potássio de volta para o meio intracelular. Devido ao teor diferenciado de sódio e potássio, a bomba transporta 3 íons sódio para o meio extracelular ("3 cargas positivas para fora") para cada dois íons potássio que

transporta para o meio intracelular ("2 cargas positivas para dentro"), gerando uma diferença de potencial elétrico denominada de polaridade ou potencial de repouso de membrana, que, nos neurônios, é a base para a condução do impulso nervoso.

Alterações nas concentrações de sódio e potássio alteram a polaridade de membrana, influenciando na condução do impulso nervoso. Como o teor de sódio em animais já é muito elevado, alterações na concentração de sódio dificilmente influenciam na condução do impulso nervoso de modo significativo. Ao contrário, como o teor de potássio em animais é bem menor, alterações na concentração de potássio influenciam muito na condução do impulso nervoso. Por exemplo, diante de quantidades excessivas de potássio, como ocorre nas injeções letais à base de KCl para a execução de penas de morte, a polaridade de membrana se altera e dificulta a condução do impulso nervoso, inibindo a contração muscular e levando à parada cardíaca. Diante da perda excessiva de potássio, que pode ocorrer em casos como sudorese intensa e diarreias, a polaridade de membrana se altera e facilita a condução do impulso nervoso, o que facilita a contração muscular, levando ao aumento do tônus muscular (grau médio de contração muscular) e ao aumento no consumo de energia pelo músculo, facilitando a ocorrência de câibras. A ingestão de alimentos ricos em potássio, como água de coco, banana e melancia, bem como a de bebidas isotônicas, pode prevenir a ocorrência de câibras em atletas, especialmente em dias quentes e secos.

O potássio ainda tem importância por agir como cofator enzimático em processos como síntese proteica, síntese de glicogênio (polímero de glicose) e respiração celular.

### **Cálcio (Ca<sup>++</sup>) e Magnésio (Mg<sup>++</sup>)**

Cálcio e magnésio são elementos minerais abundantes em alimentos como leite e derivados (como queijos e iogurtes), carnes, ovos e verduras. Tais elementos podem aparecer nos seres vivos nas formas iônicas de Ca<sup>++</sup> e Mg<sup>++</sup> e nas formas não iônicas de sais insolúveis como fosfato de cálcio ou apatita, Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, fosfato de magnésio, Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> e carbonato de cálcio ou calcário, CaCO<sub>3</sub>, sendo que a maior parte, cerca de 99%, se encontra na forma de sais.

O cálcio é o quinto elemento mais abundante no organismo. Constitui cerca de 1,5 a 2% do peso corpóreo – 99% do cálcio está nos ossos e dentes e o 1% restante está no sangue e líquidos extracelulares e dentro das células dos tecidos moles. Além de sua função na construção de ossos e dentes, o cálcio também tem uma série de papéis metabólicos: afeta a função de transporte das membranas celulares, influencia a transmissão de íons através das membranas de organelas celulares, a liberação de neurotransmissores, a função dos hormônios proteicos e a liberação/ativação de enzimas dentro e fora das células. O cálcio também é necessário para a transmissão nervosa e regulação do batimento cardíaco. É absorvido, principalmente, na parte do duodeno em que um meio ácido prevalece, no íleo e no cólon. Normalmente, apenas 20 a 30% do cálcio ingerido, e algumas vezes uma quantia tão pequena quanto 10%, é absorvida. O cálcio só é absorvido

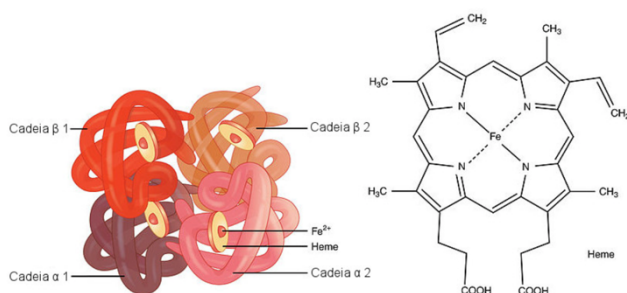
se estiver presente em uma forma hidrossolúvel; e quando não absorvido, ele é excretado nas fezes e na urina.

O excesso de cálcio promove calcificação excessiva dos ossos e tecidos moles; interferência na absorção de ferro; falência renal; comportamento anormal (psicose).

Sem magnésio não haveria vida sobre a terra, não só por fazer parte da composição dos pigmentos verdes dos vegetais superiores, permitindo a utilização da energia solar e a síntese das substâncias orgânicas indispensáveis à vida vegetal e animal, mas também pelo seu papel de co-fator em diversos processos metabólicos. O magnésio está envolvido na formação de ossos e dentes, no funcionamento do sistema nervoso e dos músculos, na síntese dos ácidos graxos e proteínas, entre outras funções. A proporção de absorção do magnésio varia entre 35 e 45%.

### Ferro ( $Fe^{+++}$ )

O organismo adulto contém de 3 a 5g de ferro, aproximadamente 2.000mg, como hemoglobina e 8mg como enzimas. O ferro é bem conservado pelo organismo: aproximadamente 90% é recuperado e reutilizado extensivamente. O ferro tem papel importante no transporte respiratório do oxigênio e dióxido de carbono e constitui parte ativa das enzimas envolvidas no processo de respiração celular. Também parece estar envolvido na função imune e no desempenho cognitivo. No organismo tem dupla origem: ferro exógeno, ingerido com os alimentos, e ferro endógeno, proveniente da destruição das hemácias, que libera cerca de 27mg do metal, em seguida reutilizado. A hemoglobina corresponde a uma proteína formada por 4 peptídeos (duas cadeias  $\alpha$  e duas cadeias  $\beta$ ), unidos através de interações intermoleculares. No transporte de gases respiratórios pelo sangue, os mesmos ligam-se aos íons ferro presente no grupo heme da molécula hemoglobínica. Assim, a deficiência de ferro na alimentação, acarretará em uma redução na síntese do pigmento respiratório, diminuindo a **eritropoiese**, e como consequência, causando a anemia **ferropriva**.



O ferro age principalmente na forma heme associado a proteínas, as quais são chamadas de proteínas hêmicas, como hemoglobina, mioglobina, citocromos e catalase. A hemoglobina tem cor vermelha e ocorre nas hemácias do sangue de animais vertebrados, tendo função de transportar gás oxigênio e gás carbônico pelo corpo. Cada molécula de hemoglobina é constituída de quatro subunidades proteicas, sendo duas cadeias  $\alpha$  e duas cadeias  $\beta$ , além de quatro grupos heme, ou seja, um grupo heme para cada subunidade proteica, sendo que o gás oxigênio se liga ao

ferro do grupo heme e o gás carbônico se liga à parte proteica da hemoglobina. A falta de ferro leva à deficiência na produção de hemoglobina, com consequente diminuição na produção de hemácias, numa condição denominada de anemia ferropriva, com efeitos como falta de ar, palidez e cansaço crônico. O tratamento da anemia ferropriva se faz pelo aumento no teor de ferro na dieta, com o uso de alimentos como carne vermelha, fígado, leguminosas e verduras escuras como fonte de ferro, e vitamina C para otimizar a absorção do ferro, sendo necessária, muitas vezes, o uso de suplementos dietéticos a base de sulfato ferroso.

(Observação: O termo eritropenia designa a diminuição na quantidade de hemácias no sangue, enquanto que o termo anemia designa a diminuição na quantidade de hemoglobina no sangue. A anemia pode ter várias causas, sendo a mais comum delas exatamente a anemia ferropriva causada pela deficiência de ferro no corpo.)

### Fosfato ( $PO_4^{3-}$ )

**Fosfato ( $PO_4^{3-}$ )** é um grupo químico que está entre os mais versáteis da bioquímica celular, sendo encontrado na composição de fosfolípidios formadores das membranas celulares, fosfatos de cálcio e magnésio em ossos e dentes, nucleotídeos formadores de ácidos nucleicos, como DNA e RNA (sendo responsáveis pelo caráter ácido desses compostos), e nucleotídeos energéticos, como ATP (adenosina-trifosfato) e GTP (guanosina-trifosfato), além de apresentarem função de tamponamento, evitando variações de pH em sistemas biológicos.

Íons tampões (íons fosfato/bifosfato e íons carbonato/bicarbonato) Íons tampões agem na manutenção da constância do pH de um meio, ou seja, impedindo variações bruscas de pH num sistema.

A manutenção do pH dos sistemas biológicos é fundamental para a manutenção da homeostase, uma vez que cada proteína age num determinado pH e sofre desnaturação em pH diferente, com consequente alteração de sua estrutura espacial e perda de função biológica.

Os dois principais sistemas de tampão nos organismos vivos são o sistema fosfato ( $PO_4^{3-}$ ) / bifosfato ( $HPO_4^{2-}$ ) e carbonato ( $CO_3^{2-}$ ) / bicarbonato ( $HCO_3^-$ ), que se encontram em equilíbrio dentro das seguintes reações.

### Outros elementos

O **iodo** (I) faz parte da composição de hormônios da tireoide, como a tiroxina, os quais agem na regulação do metabolismo energético corporal. A falta de iodo leva a um quadro de hipotireoidismo, com redução da atividade metabólica e inchaço da tireoide, num quadro conhecido como bócio.

O **flúor** (F) faz parte da composição da parte mineral dos dentes, convertendo a hidroxiapatita (fosfato de cálcio hidratado) em fluorapatita, mais resistente ao surgimento de cáries, e tem ação bactericida, o que o torna ainda mais eficaz na proteção contra cáries, justificando seu uso em dentífrícios e na água de consumo.

O **cobalto** (Co) faz parte da composição da vitamina B12, a qual age na produção de hemácias na medula óssea.

O **cobre** (Cu) auxilia na mobilização de ferro para a síntese de hemoglobina, age como cofator enzimático na produção de adrenalina e melanina, faz parte da composição de algumas formas da enzima superóxido dismutase, que age na destruição do ânion superóxido, radical livre derivado do gás oxigênio, e faz parte da composição da hemocianina, pigmento respiratório que transporta gás oxigênio no sangue de animais como crustáceos e moluscos.

O **manganês** (Mn) tem ação antioxidante direta, faz parte da composição de algumas formas da enzima superóxido dismutase, e faz parte da composição do fotossistema II, complexo enzimático que age na reação de fotólise da água da fotossíntese.

O **selênio** (Se) entra na composição de um aminoácido especial denominado selenocisteína, que ocorre em várias proteínas, tem ação antioxidante direta, e faz parte da composição de enzimas antioxidantes denominadas selenoproteínas.

O **zinco** (Zn) tem ação antioxidante direta e é cofator enzimático em várias enzimas, como algumas formas da enzima superóxido dismutase, a enzima anidrase carbônica, relacionada ao transporte de gás carbônico no sangue, e as enzimas relacionadas a produção de linfócitos T no timo, sendo essencial ao funcionamento do sistema imunológico.

| SAIS MINERAIS        | FUNÇÕES  | PRINCIPAIS ALIMENTOS   |
|----------------------|--|--|
| <b>Cálcio (Ca)</b>   | Forma ossos e dentes; atua no funcionamento dos músculos e nervos e na coagulação do sangue.   | Laticínios e hortaliças de folhas verdes (brócolis, espinafre, etc.).              |
| <b>Fósforo (P)</b>   | Forma ossos e dentes; participa da transferência de energia e da molécula dos ácidos nucleicos.  | Carnes, aves, peixes, ovos, laticínios, feijões e ervilhas.                        |
| <b>Sódio (Na)</b>    | Ajuda no equilíbrio dos líquidos do corpo e no impulso nervoso e nas membranas da célula.  | Sal de cozinha e sal natural dos alimentos.  |
| <b>Cloro (Cl)</b>    | Forma ácido clorídrico do estômago.  | Encontra-se combinado ao sódio no sal comum.                                       |
| <b>Potássio (K)</b>  | Age com o sódio no equilíbrio de líquidos e no funcionamento dos nervos e das membranas.   | Frutas, verduras, feijão, leite, cereais.  |
| <b>Magnésio (Mg)</b> | Forma a clorofila; atua em várias reações químicas junto com enzimas e vitaminas; ajuda na formação dos ossos e no funcionamento de nervos e músculos. | Hortaliças de folhas verdes, cereais, peixes, carnes, ovos, feijão, soja e banana. |
| <b>Ferro (Fe)</b>    | Forma a hemoglobina, que ajuda a levar oxigênio e atua na respiração celular.  | Figado, carnes, gema de ovo, pinhão, legumes e hortaliças de folhas verdes.        |
| <b>Iodo (I)</b>      | Faz parte dos hormônios da tireóide, que controlam a taxa de oxidação da célula e o crescimento.   | Sal de cozinha iodado, peixes e frutos do mar.                                     |
| <b>Flúor (F)</b>     | Fortalece ossos e dentes.  | Água fluoretada, peixes e chás.  |



**Exercícios de aprendizagem**

**01. (UPE)** Uma molécula de água é formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio (H<sub>2</sub>O), que formam um ângulo, estabelecendo uma zona positiva e outra negativa. Essa disposição dos átomos favorece diferentes propriedades da água. Analise a figura abaixo e assinale a propriedade da água correspondente.



Inseto na água. [www.http://images.google.com.br](http://images.google.com.br).

- Ao congelar, torna-se menos densa.
- Atração por substâncias polares.
- Coesão entre moléculas, gerando alta tensão superficial.
- Participa de reações de síntese por desidratação ou de quebra por hidrólise.
- Poder de dissolução, tornando-a o solvente universal.

**02. (ENEM)** O ambiente marinho pode ser contaminado com rejeitos radioativos provenientes de testes com armas nucleares. Os materiais radioativos podem se acumular nos organismos. Por exemplo, o estrôncio-90 é quimicamente semelhante ao cálcio e pode substituir esse elemento nos processos biológicos.

**FIGUEIRA, R. C. L.; CUNHA, I. I. L. A contaminação dos oceanos por radionuclídeos antropogênicos. Química Nova na Escola, n. 1, 1998 (adaptado).**

Um pesquisador analisou as seguintes amostras coletadas em uma região marinha próxima a um local que manipula o estrôncio radioativo: coluna vertebral de tartarugas, concha de moluscos, endoesqueleto de ouriços-do-mar, sedimento de recife de corais e tentáculos de polvo. Em qual das amostras analisadas a radioatividade foi menor?

- Concha de moluscos.
- Tentáculos de polvo.
- Sedimento de recife de corais.
- Coluna vertebral de tartarugas.
- Endoesqueleto de ouriços-do-mar.

**03. (UECE)** A água é uma substância que possui funções importantes e essenciais para a sobrevivência dos organismos vivos. Uma função da água nas células vivas é

- metabolizar lipídeos e proteínas provenientes da alimentação nos organismos.
- catalisar reações enzimáticas no meio interno ou externo às células dos seres vivos.
- proteger algumas estruturas do corpo, como, por exemplo, as meninges.
- dissolver moléculas orgânicas como carboidratos, lipídeos, proteínas, sendo por esse motivo denominada solvente universal.

**04. (FACISA)** Já diz o ditado que tudo que é demais não faz bem. Consumir fibras além da quantidade indicada prejudica a absorção de zinco, cálcio, vitaminas A, D, E e K. Ingeri-las sem beber água provoca prisão de ventre, estufamento abdominal e gases intestinais.

**Fonte: PEGATIN, P. Fibras certas para o seu intestino. Revista Viva Saúde, São Paulo, n. 142, p. 34-37, fev. 2015**

O comprometimento na absorção dos referidos sais minerais poderá acarretar problemas relacionados

- à síntese de glicogênio.
- ao sistema respiratório.
- à síntese de hormônios reguladores do metabolismo.
- ao equilíbrio hídrico.
- ao sistema imunológico.

**05. (UECE)** A água é a substância mais abundante no planeta. A quantidade de água livre sobre a Terra atinge 1.370 milhões de km<sup>3</sup>. A água também compõe cerca de 75% do corpo dos seres vivos. Além da sua abundância, a água apresenta propriedades físicas e químicas que a tornam indispensável para a vida na Terra. Analise as afirmativas a seguir sobre as propriedades da água.

I. A forte atração entre as moléculas da água, no estado líquido, denominada de coesão está relacionada à formação de pontes de hidrogênio. A coesão é responsável pela alta tensão superficial da água no estado líquido.

II. O calor específico da água é baixo quando comparado ao dos demais líquidos. Devido ao seu calor específico, a água mantém a sua temperatura constante por mais tempo do que outras substâncias.

III. O elevado peso específico da água em relação ao do ar (cerca de 800 vezes maior) possibilita a existência, nesse ambiente, de uma fauna e flora próprias que vivem em suspensão, compreendendo o plâncton.

Assinale a opção verdadeira

- a afirmativa I é errada.
- as afirmativas I e III são corretas.
- somente a afirmativa II é correta.
- as afirmativas II e III são erradas.



**Exercícios de fixação**

**01. (IFPE 2017)** A água tem uma importância fundamental na vida dos organismos vivos. Cerca de 70% da massa de nosso corpo é constituída por água. Essa substância participa de inúmeras reações químicas nos seres vivos onde as células produzem substâncias necessárias à vida. O consumo diário de água é imprescindível para o funcionamento adequado de nosso corpo.

Com relação à água e a sua importância, podemos afirmar que

- são chamados compostos hidrofóbicos aqueles capazes de serem dissolvidos em água.
- à medida que avançamos em idade, a porcentagem de água em nosso corpo aumenta.
- a água tem o importante papel de auxiliar na manutenção da temperatura corporal.
- os músculos e os ossos apresentam, em sua composição a mesma porcentagem de água.
- as ligações de hidrogênio entre as moléculas de água não afetam suas propriedades.

**02. (IFPE 2019)** Não é nada fácil sobreviver à deriva em alto mar. O Sol queima a pele impunemente, não é fácil conseguir comida e toda a água que rodeia o naufrago não serve para matar a sede. O que fazer em tal situação? Vamos por partes. Primeiro, entendendo por que não é recomendável beber a água do mar. O problema está na concentração de sal - muito mais alta que a do nosso organismo. Quando bebemos água muito salgada, por mais contraditório que pareça, nós, na verdade, acabamos desidratados. Isso se deve a um processo (1) no qual a água do mar "rouba" a água presente nas células do corpo, numa tentativa de equilibrar a concentração de sal dentro e fora das células. Tomar água salgada levaria à morte em um ou dois dias, dependendo da quantidade de água ingerida.

**CYMBALUK, Fernando.** À deriva no oceano? Veja por que beber água do mar causa desidratação. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2018/09/28/e-possivel-sobreviver-a-deriva-filtrando-agua-do-mar-com-a-roupa.htm?cmpid=copiaecola>>. Acesso em: 09 out. 2018 (adaptado).

O processo (1), descrito no texto acima, refere-se à

- fagocitose.
- difusão.
- bomba de sódio e potássio.
- difusão facilitada.
- osmose.

**03. (UECE 2019)** As moléculas de água permanecem unidas entre si por uma propriedade chamada de

- adesão.
- capilaridade.
- coesão.
- tensão superficial.

**04. (UECE 2019)** Relacione, corretamente, os minerais apresentados a seguir com algumas de suas funções, numerando a Coluna II de acordo com a Coluna I.

| Coluna I  | Coluna II  |
|-----------|--|
| 1. Cálcio | ( ) É um componente importante dos ossos e dos dentes, é essencial à coagulação sanguínea e tem ação em nervos e músculos. |
| 2. Ferro  | ( ) É um componente dos ossos e dos dentes, e auxilia na prevenção da cárie dentária.                                      |
| 3. Sódio  | ( ) É um componente da hemoglobina, da mioglobina e de enzimas respiratórias, e é fundamental para a respiração celular.   |
| 4. Flúor  | ( ) É importante no balanço de líquidos do corpo; é essencial para a condução do impulso nervoso e tem ação nos músculos.  |

A sequência correta, de cima para baixo, é:

- 4, 1, 3, 2.
- 1, 4, 2, 3.
- 3, 2, 1, 4.
- 2, 3, 4, 1.

**05. (UECE 2018)** A água, substância essencial para todos os seres vivos,

- apresenta-se em quantidade invariável de espécie para espécie.
- tende a aumentar seu percentual nos tecidos humanos com o passar da idade.
- em geral é mais abundante em células com elevado metabolismo.
- é considerada como um solvente universal por ser uma substância apolar.

**06. (CFTMG 2018)** (...) Mas, sem saber, a odeia: deseja que ela suma, que um disco voador a rapte e que, por um encanto ou até, quem sabe, por obra de algum poderoso veneno, se dissolva, assim como ocorre com as lesmas, quando ele as cobre de sal.

**Riter, Caio.** Eu e o silêncio de meu pai. São Paulo, Biruta, 2011. p.14.

Essa substância depositada sobre as lesmas causa sua morte porque, em nível celular, provoca

- desnaturação das proteínas, impedindo suas funções.
- absorção de água do citoplasma, desidratando o organismo.
- bloqueio da absorção de oxigênio, intoxicando esses animais.
- acidificação do meio intracelular, dissolvendo esses moluscos.

**07. (USF 2018)** O estudo do transporte e regulação do íon cálcio no coração tem-se estendido e o projeto "Transporte de cálcio em miócitos ventriculares de ratos durante o desenvolvimento pós-natal" é um exemplo disso.

Sendo um íon responsável pela contração do músculo cardíaco, há fortes indicações de que muitas doenças que levam a insuficiências nas funções do coração, como hipertensão arterial, isquemia miocárdica, hipertrofia e distúrbio de ritmo, estão ligadas a alterações no transporte de cálcio.

Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/1999/03/01/dentro-do-coracao/>>. Acesso em: 11/10/2017 (Adaptado).

Com base nos conhecimentos sobre o íon cálcio no organismo, é correto afirmar que

- ele é responsável pela contração do músculo cardíaco porque promove os deslizamentos dos miofilamentos delgados de miosina sobre os miofilamentos espessos de actina.
- a ocorrência do relaxamento da célula muscular cardíaca depende do gasto energético para a remoção do cálcio e devolução ao interior do retículo endoplasmático rugoso.
- ele atua na contração dos miócitos, na coagulação sanguínea e na transmissão do impulso nervoso.
- se houver uma redução da concentração de paratormônio, também ocorrerá um aumento na concentração do cálcio na circulação sanguínea, e doenças que levam à insuficiência cardíaca tornam-se menos prováveis.
- o transporte dele em miócitos ventriculares de ratos, durante o desenvolvimento pós-natal, envolve a sua passagem pelo tonoplasto.

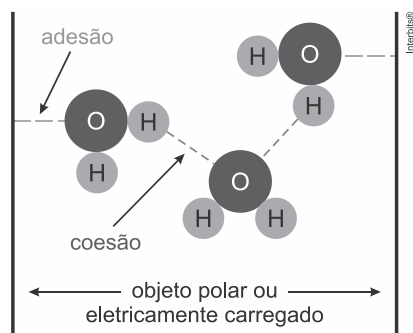
**08. (UECE 2018)** Analise as seguintes afirmações relacionadas à osteoporose:

- É uma doença exclusiva de mulheres em idade avançada, associada à menopausa.
- Pacientes com osteoporose não podem praticar musculação, pois essa prática aumenta o risco de fratura óssea.
- Dor ou sensibilidade óssea, diminuição de estatura com o passar do tempo, postura encurvada ou cifótica são sintomas da osteoporose avançada.

É correto o que se afirma somente em

- I e III.
- I e II.
- II.
- III.

**09. (UNESP 2017)** A figura mostra duas propriedades da molécula de água, fundamentadas na polaridade da molécula e na ocorrência de pontes de hidrogênio.



Essas duas propriedades da molécula de água são essenciais para o fluxo de

- seiva bruta no interior dos vasos xilemáticos em plantas.
- sangue nos vasos do sistema circulatório fechado em animais.
- água no interior do intestino delgado de animais.
- urina no interior da uretra durante a micção dos animais.
- seiva elaborada no interior dos vasos floemáticos em plantas.

**10. (IFPE 2017)** Deve-se deixar o feijão de molho antes de cozinhá-lo? Este procedimento é recomendável. Além da já conhecida redução do tempo de cozimento, ocorre redução ou eliminação de quantidade considerável dos compostos – chamados taninos e fitatos –, que diminuem a digestibilidade de certos alimentos, e dos oligossacarídeos, compostos que causam flatulência (formação de gases intestinais).

CHAVES, M.O.; BASSINELLO, P. Z. O feijão na alimentação humana. <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/10150>>

Quando colocamos o feijão de molho, os grãos aumentam de tamanho, isso ocorre pela entrada de água nos grãos. O processo da passagem de água do meio menos concentrado para o meio mais concentrado é denominado

- difusão.
- osmose.
- difusão facilitada.
- transporte ativo.
- fagocitose.

**11. (UECE 2017)** No corpo humano, a água exerce variadas atividades fundamentais que garantem o equilíbrio e o funcionamento adequado do organismo como um todo. Considerando que um ser humano adulto tem entre 40 e 60% de sua massa corpórea constituída por água, é correto afirmar que a maior parte dessa água se encontra localizada

- no meio intracelular.
- na linfa.
- nas secreções glandulares.
- no plasma sanguíneo.

**12. (ENEM 2017)** Os distúrbios por deficiência de iodo (DDI) são fenômenos naturais e permanentes amplamente distribuídos em várias regiões do mundo. Populações que vivem em áreas deficientes em iodo têm o risco de apresentar os distúrbios causados por essa deficiência, cujos impactos sobre os níveis de desenvolvimento humano, social e econômico são muito graves. No Brasil, vigora uma lei que obriga os produtores de sal de cozinha a incluírem em seu produto certa quantidade de iodeto de potássio.

Essa inclusão visa prevenir problemas em qual glândula humana?

- Hipófise.
- Tireoide.
- Pâncreas.
- Suprarrenal.
- Paratireoide.

**13. (UNESP 2017)** A espectroscopia de emissão com plasma induzido por laser (Libs, na sigla em inglês) é a tecnologia usada pelo robô Curiosity, da Nasa, em Marte, para verificação de elementos como ferro, carbono e alumínio nas rochas marcianas. Um equipamento semelhante foi desenvolvido na Embrapa Instrumentação, localizada em São Carlos, no interior paulista. No robô, um laser pulsado incide em amostras de folhas ou do solo e um conjunto de lentes instaladas no equipamento e focadas em um espectrômetro possibilita identificar os elementos químicos que compõem o material.

Pesquisa Fapesp, janeiro de 2014. Adaptado.

Incidindo-se o laser pulsado em amostras de folhas, certamente será identificado, por meio do espectrômetro, o elemento químico fósforo, que compõe as moléculas de

- lipídios.
- proteínas.
- aminoácidos.
- glicídios.
- nucleotídeos.

**14. (PUCRS 2016)** Para responder à questão, leia as informações e as afirmativas que seguem.

A água é o componente mais abundante do corpo humano, sendo responsável por aproximadamente 70% do peso total do corpo. Durante o exercício físico, o calor gerado pelo metabolismo aumenta a temperatura do corpo. O sistema nervoso detecta esse aumento de temperatura e desencadeia a liberação de suor, constituído principalmente de água. A água presente no suor carrega eletrólitos dissolvidos e esfria o corpo ao evaporar, por isso deve ser reposta para a manutenção da homeostase do organismo e para o funcionamento normal dos órgãos, dos tecidos e das células.

Sobre o metabolismo da água no corpo humano, considere as afirmativas:

- O corpo, durante o exercício físico, perde água proveniente de fluidos extra e intracelulares.
- A hiper-hidratação pode ser danosa para o corpo, já que pode ocorrer uma diluição excessiva dos eletrólitos se o rim não excretar o excesso de fluidos.
- A ingestão de bebidas isotônicas tem como finalidade reduzir a queima de substâncias energéticas no organismo, provocando a diminuição da temperatura corporal.

Está/Estão correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

- I.
- III.
- I e II.
- I e III.
- II e III.

**15. (UFJF 2015)** A maior parte dos seres vivos é constituída por água, responsável por 70 a 85% de sua massa. Considere as afirmativas abaixo relacionadas às propriedades físico-químicas da água.

- A molécula de água é polarizada, ou seja, apesar de ter carga elétrica total igual a zero, possui carga elétrica parcial negativa na região do oxigênio e carga elétrica parcial positiva na região de cada hidrogênio.
- Na água em estado líquido, a atração entre moléculas vizinhas cria uma espécie de rede fluida, em contínuo rearranjo, com pontes de hidrogênio se formando e se rompendo a todo momento.
- A tensão superficial está presente nas gotas de água, sendo responsável pela forma peculiar que elas possuem.
- O calor específico é definido como a quantidade de calor absorvida durante a vaporização de uma substância em seu ponto de ebulição.

Assinale a alternativa que contenha todas as afirmativas CORRETAS.

- I e III
- II e IV
- I, II e III
- I, II e IV
- I, III e IV

**16. (UECE 2015)** Ligações que ocorrem entre as moléculas de água e que são fundamentais nos processos bioquímicos celulares são denominadas

- covalentes polares.
- covalentes apolares.
- interações hidrofílicas.
- ligações de hidrogênio.

**17. (CEFET 2015)** O ovo é um recipiente biológico perfeito que contém material orgânico e inorgânico em sua constituição. Um de seus componentes é a clara ou albúmen, formada predominantemente por água e também por proteínas. Caso a galinha se reproduza antes da liberação do óvulo ocorrerá a formação de um embrião no interior do ovo. Porém, para que este se desenvolva é necessária uma transferência de calor, que ocorre durante o período em que essas aves chocam os ovos.

Disponível em: <<http://super.abril.com.br>>. Acesso em 21 abr. 2015. (Adaptado).

Caso a galinha saia do ninho temporariamente durante esse período, o desenvolvimento do embrião não cessará em virtude da água no interior do ovo

- diluir substâncias tóxicas.
- ser um solvente universal.
- possuir um alto calor específico.
- participar de reações de hidrólise.
- apresentar elevado valor nutricional.

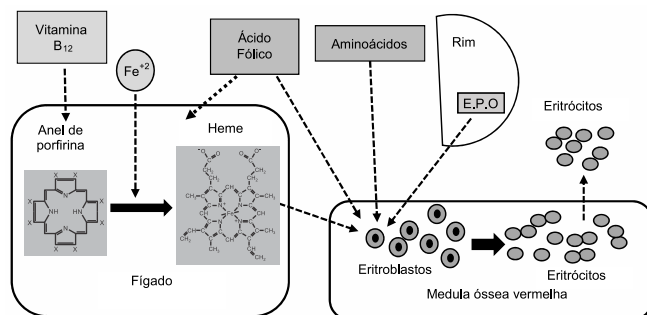
**18. (UCS 2015)** Uma criança passeando com seus pais na beira da lagoa reparou que havia vários insetos caminhando sobre a superfície da água. Eles não afundavam, porque

- as patas dos insetos estabelecem uma reação hidrofóbica.
- a água é uma substância apolar e forma uma reação química com a superfície das patas dos insetos.
- as pontes de hidrogênio são extremamente instáveis, tornando-se uma superfície sólida para os insetos.

- d) as patas dos insetos estabelecem uma reação hidrofílica.  
e) a tensão superficial da água consegue suportar o peso do inseto.

**19. (PUCMG 2015)** A anemia é uma doença que atinge inúmeras pessoas em todo o mundo, mesmo em países desenvolvidos, trazendo fadigas e diminuição do desempenho físico e cognitivo. O esquema a seguir destaca alguns fatores envolvidos direta ou indiretamente na eritropoiese.

No esquema **E.P.O** (eritropoietina) é um hormônio produzido e liberado em resposta a baixos teores de oxigênio no sangue que passa pelos rins.



De acordo com o esquema e seus conhecimentos sobre o assunto, assinale a afirmativa **INCORRETA**.

- a) Uma das vitaminas mostradas acima é necessária para a síntese de DNA e RNA e sua deficiência tem profundo efeito na eritropoiese.  
b) A anemia perniciosa surge em consequência de deficiência de uma vitamina necessária para a absorção de ferro pelo organismo.  
c) Doença renal crônica pode acarretar anemia, que pode ser corrigida pela administração de E.P.O recombinante.  
d) Três dos fatores mostrados acima estão envolvidos com a síntese do grupo prostético da hemoglobina.

**20. (ENEM 2015)** Durante a aula, um professor apresentou uma pesquisa nacional que mostrava que o consumo de sódio pelos adolescentes brasileiros é superior ao determinado pela Organização Mundial da Saúde. O professor, então, destacou que esse hábito deve ser evitado.

A doença associada a esse hábito é a

- a) obesidade.  
b) osteoporose.  
c) diabetes tipo II.  
d) hipertensão arterial.  
e) hipercolesterolemia.



**GABARITOS E PADRÕES DE RESPOSTAS****EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM**

- 01.
- 02.
- 03.
- 04.
- 05.

**EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO****01.** [C]

- [A] Incorreta. Compostos hidrofóbicos são aqueles que não se misturam à água.
- [B] Incorreta. A porcentagem de água no nosso corpo diminui com a idade, de 0 a 2 anos de idade, a porcentagem de água é de 75 a 85% por volta de 15 a 20 anos, atinge 60 a 63% e, entre 40 a 60 anos, cai para 50 a 58%.
- [C] Correta. A água controla a temperatura do corpo pela sudorese.
- [D] Incorreta. Os músculos contêm aproximadamente 75% de água em sua composição, enquanto os ossos em torno de 31% de água.
- [E] Incorreta. As ligações de hidrogênio são responsáveis por propriedades como a tensão superficial.

**02.** [E]

A osmose ocorre quando apenas a água se difunde através da membrana semipermeável que separa soluções com diferentes concentrações de solutos (sal), ou seja, a água do mar possui muito sal e, quando ingerida, aumenta a concentração de soluto no meio extracelular, fazendo com que a água saia das células, para equilibrar a concentração de sal entre os meios, causando a desidratação celular.

**03.** [C]

A coesão entre as moléculas de água é determinada pelas ligações de hidrogênio.

**04.** [B]

A sequência correta, de cima para baixo, na coluna II é: 1, 4, 2 e 3.

**05.** [C]

A quantidade de água, geralmente, é maior em células com elevado metabolismo, tais como neurônios e miócitos estriados.

**06.** [B]

O sal depositado em cima das lesmas causa uma diferença de concentração de soluto (sal) entre o meio externo (hipertônico) e o meio interno (hipotônico), fazendo com que

o animal perca água para o meio externo (mais concentrado) por meio da osmose, causando sua desidratação e morte.

**07.** [C]

- [A] Incorreta. Apesar de o cálcio promover o deslizamento dos miofilamentos, a miosina é um filamento grosso.
- [B] Incorreta. O gasto de energia ocorre tanto durante a contração quanto durante o relaxamento. No relaxamento, os íons de cálcio são bombeados para o interior do retículo sarcoplasmático, um tipo de retículo endoplasmático das células musculares, especializado no armazenamento de íons cálcio.
- [C] Correta. O cálcio atua na contração muscular (nos miócitos – células musculares); na coagulação sanguínea, atuando no processo de formação de filamentos de fibrina; e na transmissão de impulso nervoso, através da abertura de canais de cálcio, em associação ou não ao sódio, produzindo o potencial de ação.
- [D] Incorreta. O paratormônio é responsável pelo aumento do nível de cálcio no sangue. A diminuição de cálcio no sangue pode causar problemas graves de contração das células musculares esqueléticas, através de contrações intermitentes.
- [E] Incorreta. O Transporte de cálcio em miócitos (células musculares) envolve a sua passagem pelo retículo sarcoplasmático. Tonoplasto é uma membrana que delimita os vacúolos de células vegetais.

**08.** [D]

- [I] **Incorreta:** A osteoporose afeta mulheres e homens.
- [II] **Incorreta:** Pacientes com osteoporose podem praticar musculação sob supervisão.

**09.** [A]

A adesão das moléculas de água com as paredes dos vasos xilemáticos, bem como as forças coesivas entre as mesmas, torna possível o transporte da seiva bruna em plantas.

**10.** [B]

A osmose é o processo de passagem de água, por uma membrana semipermeável, do meio menos concentrado de soluto para o meio mais concentrado de soluto.

**11.** [A]

A maior quantidade de água presente no organismo humano acha-se no compartimento intracelular.

**12.** [B]

O iodo é um elemento químico essencial para a produção dos hormônios T3 (triiodotironina) e T4 (tetraiodotironina) produzidos pela glândula tireoideia.

**13.** [E]

Os nucleotídeos que formam as cadeias dos ácidos nucleicos (DNA e RNA) contém o elemento químico fósforo em sua composição.

**14.** [C]

[III] Incorreta: A ingestão de bebidas isotônicas tem como finalidade a reposição da água e dos eletrólitos perdidos pelo suor durante os exercícios físicos.

**15.** [C]

[IV] Incorreta: O calor específico é a variação térmica de uma substância ao receber determinada quantidade de calor.

**16.** [D]

As interações que ocorrem entre as moléculas de água e que dão suporte aos processos bioquímicos são denominadas ligações de hidrogênio.

**17.** [C]

A água é um componente do ovo com alto calor específico, isto é, demora para perder a energia calorífica para o meio. Dessa forma, a interrupção temporária da choca não compromete o desenvolvimento do embrião.

**18.** [E]

As moléculas polares de água produzem uma tensão superficial capaz de suportar o peso do inseto.

**19.** [B]

A vitamina B12 não é responsável pela absorção de ferro pelo organismo. Esse mineral é diretamente absorvido pelas células da mucosa intestinal por proteínas canal.

**20.** [D]

O consumo excessivo de sais ricos em sódio está associado ao quadro de hipertensão arterial.