

Capítulo 2: BIOQUÍMICA CELULAR (composição química dos seres vivos)

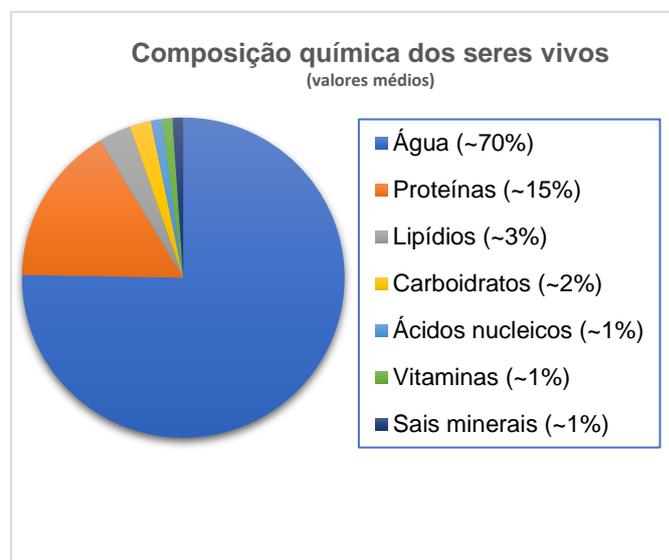
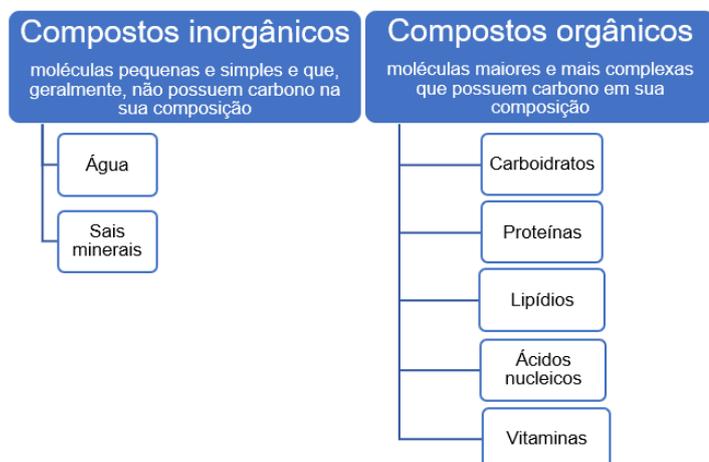
No capítulo anterior, falamos brevemente sobre os componentes básicos dos seres vivos. A partir de agora, vamos aprofundar no tema.

Para estudar bioquímica, pense que os elementos químicos se repetem nos blocos de construção dos seres vivos, ainda que sejam espécies muito diferentes. Um humano, uma planta e uma bactéria, por exemplo, possuem os mesmos elementos químicos em sua composição, mas que podem se rearranjar de diferentes maneiras. “CHONPS”, sabe o que significa? Uma dica para lembrar os elementos presentes nas moléculas da vida.

CHONPS:

C	H	O	N	P	S
Carbono	Hidrogênio	Oxigênio	Nitrogênio	Fósforo	Enxofre
Presente nos compostos orgânicos	Componente da água e de compostos orgânicos	Componente da água e de compostos orgânicos	Componente de aminoácidos (e proteínas), nucleotídeos (e ácidos nucleicos), ATP e vitaminas	Componente de nucleotídeos e ATP	Componente de algumas proteínas (aminoácidos sulfurados)

Estes elementos são como blocos de lego - ao serem combinados de diversas formas, originam diferentes grupos de compostos, que podem ser subdivididos em:



2.1) Compostos inorgânicos

2.1.1) ÁGUA

Construída por ligações covalentes entre dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio (H₂O), a água é uma **molécula polar** e é o componente mais abundante em qualquer ser vivo – em média, 65-70% de um organismo corresponde à água. Tal abundância é justificada pela grande importância da água na realização de diversas funções vitais (veja a seguir).

As propriedades e funções exercidas pela água possuem relação com a polaridade dessa molécula e com as ligações de hidrogênio estabelecidas entre diferentes moléculas de água.

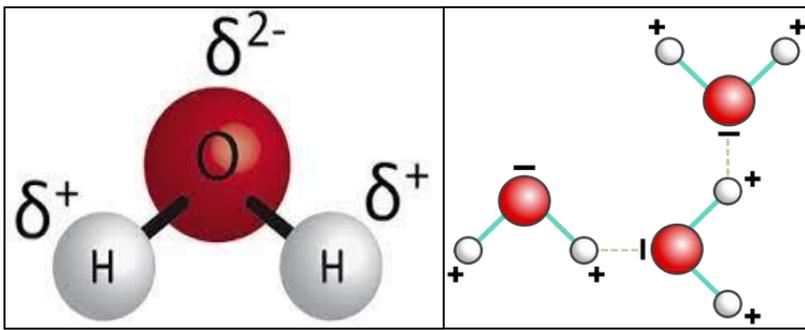


Figura:

Esquerda: composição atômica da molécula de água. A diferença de eletronegatividade entre os átomos gera um polo positivo (hidrogênios) e outro negativo (oxigênio), assim a molécula de água é polar e interage tanto com moléculas negativas quanto positivas.

Direita: ligações de hidrogênio entre moléculas de água. As ligações de hidrogênio ocorrem entre os polos negativo e positivo de moléculas diferentes (intermolecular) e é responsável pelas propriedades da água: coesão, capilaridade, tensão superficial, alto calor específico, etc.

Figura: inseto sobre a água demonstrando a propriedade de tensão superficial (na superfície, as moléculas de água interagem de forma mais forte, gerando a tensão).

Funções

- **Solvente versátil:** por ser uma molécula polar (com polo negativo e positivo), quase todos os grupos de moléculas biológicas são hidrofílicas, ou seja, solubilizam-se em água. A exceção mais importante são os lipídios (gorduras) que, por serem apolares, não possuem afinidade química com a água e são classificados como hidrofóbicos.

- **Transporte de substâncias:** nos organismos, diversas substâncias são transportadas em veículo aquoso. Ex: nutrientes e oxigênio são levados pelo sangue, que possui mais de 90% da composição feita por água; o mesmo acontece com a urina, que, nesse caso, transporta resíduos tóxicos nitrogenados, como a ureia.

- **Regulação térmica:** a água possui alto calor específico, ou seja, é um meio que varia pouco a temperatura (estabilidade térmica). Essa característica é importante, pois os seres vivos são mantidos por reações químicas aceleradas por enzimas, que sofrem influência direta de variações de temperatura.

- **Amortecimento de impactos:** ser composto por água em abundância diminui o atrito entre estruturas corporais e amortece impactos que eventualmente causariam danos ao ser vivo. Ex: durante o desenvolvimento embrionário, os humanos ficam dentro de uma bolsa cheia de líquido, conhecido como líquido amniótico, o que nos protege contra choques mecânicos e variações bruscas de temperatura.

- **Meio para reações químicas:** as reações químicas acontecem em meio aquoso, por conta da sua estabilidade térmica. Além disso, muitas dessas reações envolvem a participação direta da água (as reações de quebra usando água são um exemplo e são chamadas de hidrolíticas. Ex: reações de digestão de proteínas).

Proporção de água

A quantidade de água é variável entre organismos e dentro de um mesmo organismo, quando diferentes estruturas são consideradas. Essa variação normalmente ocorre de acordo com:

- **Taxa metabólica:** estruturas com elevado metabolismo (ex: cérebro humano) possuem maior proporção de água quando comparadas às de metabolismo menos intenso. Isso quer dizer que taxa metabólica e quantidade de água são medidas diretamente proporcionais.

- **Idade:** pense em uma pessoa idosa e em um bebê. Em qual deles vamos encontrar, proporcionalmente, mais água? A resposta é no bebê, já que a quantidade de água no organismo diminui com o avanço da



idade, fenômeno que possui relação com o crescimento corporal – quanto maior o crescimento, maior demanda por água. Assim, idade e proporção de água são grandezas inversamente proporcionais.

2.1.2) SAIS MINERAIS

Encontrados, geralmente, em pequenas quantidades nos seres vivos – em torno de 1% da composição, são elementos que participam da **regulação de processos celulares**. Em cada espécie, a composição de sais é variável, além de alguns serem encontrados em alguns organismos e não em outros. Podem ser encontrados sob a forma de íons dissolvidos na água, conjugados a moléculas orgânicas – ex: ferro e hemoglobina, ou na forma imobilizada – ex: cálcio e fósforo sob a forma de fosfato de cálcio nos ossos e dentes.

Nos humanos, são obtidos por meio de uma alimentação variada e equilibrada. Como regulam diferentes processos biológicos, a deficiência de cada elemento gera consequências específicas no organismo.

Nos vestibulares, é comum que as questões sejam voltadas para a função e o efeito da carência dos principais minerais no organismo, informações que podem ser acessadas na tabela abaixo. Algo importante a se destacar é que tanto a deficiência quanto o excesso de sais minerais causam problemas ao organismo.

Sais minerais	Funções no organismo	A deficiência causa (abordagem do que mais é cobrado em vestibulares)	Encontrado em
Cálcio (Ca)	Formação de ossos e dentes, coagulação sanguínea e contração muscular.	Osteoporose (ossos fragilizados), predisposição a cáries dentárias, distúrbios de coagulação e espasmos/tremores musculares.	Vegetais verde escuros, gergelim, Leguminosas (feijões, soja, lentilha, amendoim), leite e derivados.
Fósforo (P)	Formação de ossos e dentes (na mesma proporção que o cálcio) e componente de diversas moléculas importantes: fosfolipídios (membrana plasmática), ATP (moeda energética), nucleotídeos (RNA e DNA).	Ossos e dentes fragilizados	Leguminosas, cereais integrais, ovos e carnes.
Ferro (Fe)	Componente da molécula de hemoglobina (transporte de oxigênio no sangue), mioglobina (transporte de oxigênio nos músculos) e dos citocromos (moléculas que atuam na 3ª etapa da respiração celular).	Anemia ferropriva (por privação de ferro): cansaço, palidez, indisposição	Leguminosas, vegetais verde escuros, carnes vermelhas.
Iodo (I)	Componente de hormônios da tireoide.	Bócio endêmico (inchaço na região do pescoço por baixa atividade da glândula tireoide).	Frutos do mar e a, vegetais e adicionado industrialmente ao sal de cozinha (sal iodado)

Sódio (Na ⁺)	Impulso nervoso (bomba de Na ⁺ /K ⁺), muscular, osmótica	Desidratação, hipertensão arterial (excesso)	Sal de cozinha
Cloro (Cl ⁻)	Equilíbrio hídrico, composição do suco gástrico (ácido clorídrico).	Desidratação, hipertensão arterial (excesso)	Sal de cozinha
Potássio (K ⁺)	Junto com o sódio, participa da transmissão do impulso nervoso, além de atuar no relaxamento muscular.	Cãibras	Leguminosas, vegetais, carnes.
Magnésio (Mg)	Vegetais: componente da molécula de clorofila (fotossíntese). Animais: atuação como cofator de muitas enzimas, participação do funcionamento dos neurônios.	Clorose vegetal (amarelamento das folhas)	
Flúor (F)	Fortalecimento ósseo e dentário	Cáries	Água fluoretada e cremes dentais com flúor adicionado

Dica para o vestibular: pesquise sobre a relação dos sais minerais e o desenvolvimento de anemia ferropriva – deficiência de ferro, bócio – deficiência de iodo, e hipertensão arterial – consumo excessivo de sal (sódio e cloro). Esses são temas comumente cobrados nas provas.

2.2 Compostos orgânicos

2.2.1) CARBOIDRATOS

Também denominados glicídios, hidratos de carbono ou açúcares, o grupo dos carboidratos é tradicionalmente conhecido pela função energética que desempenha no organismo. Além desta, vamos estudar duas outras funções, bem como a classificação estrutural dessas moléculas.

Funções

- **Energética:** fornecimento imediato de energia (ex: glicose) ou reserva (ex: amido, reserva vegetal; glicogênio, reserva animal).
- **Estrutural:** composição de estruturas. Exemplo: celulose na parede de células vegetais, quitina na parede celular de fungos e no exoesqueleto de artrópodes, pentoses na constituição do DNA e RNA, etc.
- **Reconhecimento e sinalização celular:** diversos receptores na superfície celular são formados por carboidratos conjugados a outros compostos. Na célula animal, o conjunto desses receptores é denominado glicocálix e se constitui em uma importante forma de identificação e comunicação celular. Ex: em humanos, os grupos sanguíneos do sistema ABO – tipos A, B, AB e O – são determinados por carboidratos conjugados presentes na superfície das hemácias.

Classificação

O nome “carboidrato” deriva da sua composição básica: carbono, hidrogênio e oxigênio. A fórmula geral de compostos desse grupo é:

$(\text{CH}_2\text{O})_n$ -> sendo n o número de carbonos da molécula em questão.

Quanto à complexidade estrutural, podem ser classificados em:

- **Monossacarídeos:** menores unidades (monômeros) dentro desse grupo. São subclassificados de acordo com a quantidade de carbonos em: trioses (3 carbonos), tetroses (4 carbonos), pentoses (5 carbonos), hexoses (6 carbonos), etc. Para o vestibular, os compostos mais importantes são:

- Pentoses ou açúcares de 5 carbonos: neste grupo estão os açúcares que compõem o DNA (desoxirribose) e o RNA (ribose).
- Hexoses ou açúcares de 6 carbonos: aqui, os compostos mais importantes possuem função energética. Exemplos: glicose (principal fonte de energia dos seres vivos, é utilizada no processo de respiração celular para liberação de ATP), galactose e frutose.

- **Oligossacarídeos:** formados pela junção de monossacarídeos (normalmente, de 2 a 20), tem como seus principais representantes os dissacarídeos abaixo destacados:

- Maltose (glicose + glicose): açúcar encontrado em cereais, como a cevada. Amplamente utilizado no processo de fermentação alcoólica para produção de cervejas.
- Sacarose (glicose + frutose): açúcar encontrado em frutas e em outros vegetais, como a cana-de-açúcar.
- Lactose (glicose + galactose): açúcar encontrado no leite.

Você tem ou conhece alguém com **INTOLERÂNCIA À LACTOSE?**

Se a resposta for sim, você deve saber que tal intolerância gera uma série de sintomas desagradáveis - como distensão abdominal, gases, diarreia e dor. Por que isso acontece?

A resposta está na **baixa produção (ou até mesmo ausência) da enzima lactase**, responsável por degradar a lactose, mais conhecida como açúcar do leite. Em mamíferos, como nos humanos, é esperada a produção desta enzima enquanto o filhote se alimenta de leite materno. No entanto, assim que o desmame acontece, o corpo deixa de precisar de lactase, uma vez que não entra mais em contato com leite.

Em humanos – únicos mamíferos que tomam leite de outra espécie após o desmame – a produção de lactase continua a ser estimulada. No entanto, em algumas pessoas a quantidade de enzima tende a decair ou zerar ao longo do tempo, tornando-a intolerante a esse açúcar. Quando não degradada, a lactose chega intacta ao intestino grosso, onde encontra bactérias que a fermentam – daí a produção excessiva de gases, distensão e dor abdominal.

A intolerância tem diversos níveis, a depender da quantidade de lactase o corpo produz. Em pessoas com intolerância leve, muitas vezes ainda é possível consumir laticínios, já que no processo de produção, parte da lactose é consumida por microrganismos que realizam a fermentação láctica.



- **Polissacarídeos:** polímeros formados pela junção de vários monossacarídeos. Neste grupo, a junção de várias moléculas de glicose (polímeros de glicose) pode formar:

- Celulose: carboidrato estrutural presente na parede de células vegetais.
- Amido: reserva energética vegetal. Durante o processo de fotossíntese, CO_2 e H_2O são convertidos em glicose. Parte dela é quebrada para liberar energia para as funções vitais e reprodução para organismos fotossintetizantes – como vegetais e algas. Outra parte é armazenada sob a forma de amido em organelas denominadas amiloplastos.
- Glicogênio: reserva energética animal e de fungos. Nesses seres, a glicose é obtida por meio da alimentação e, assim como nas plantas, parte é consumida de maneira imediata para produção de energia e o restante é armazenado sob a forma de glicogênio (no caso de humanos, no fígado e nos músculos), o que forma um estoque temporário de energia.

Além dos polímeros de glicose, nesse grupo estão a quitina (constituente da parede celular de fungos e carapaça externa de artrópodes) e os glicosaminoglicanos, como o ácido hialurônico presente na pele humana.

Outras observações relevantes:

- Após a formação do glicogênio, o excesso de carboidrato ingerido na alimentação é convertido em gordura (triglicerídeos) e estocado no tecido adiposo, uma reserva de energia secundária e de longa duração.

- Chamamos de carboidratos simples ou refinados aqueles que, quando ingeridos, são absorvidos rapidamente, provocando um pico glicêmico no sangue e uma sensação de bem-estar. Já os carboidratos complexos possuem baixo índice glicêmico, são absorvidos mais lentamente no nosso organismo, gerando saciedade por mais tempo. É o caso dos cereais integrais, batata doce, mandioca, inhame, etc. O problema do consumo excessivo de açúcares refinados, muito comuns na alimentação, é que rapidamente o pico glicêmico gerado cai e, como consequência, a fome tende a voltar rapidamente, gerando a necessidade de consumir novamente aquele alimento (já percebeu como é difícil comer só um pedacinho de chocolate ou de um bolo?).

- Após atividades físicas, é recomendada a ingestão de carboidratos de alto índice glicêmico para repor a energia. Fora isso, no cotidiano, é indicada uma dieta com mais carboidratos complexos, para serem absorvidos aos poucos pelo organismo. Isso porque o pico glicêmico gerado pelo consumo de refinados leva ao acúmulo em tecido de reserva e gera necessidade de comer mais.