

### 3 Os nutrientes e as biomoléculas

*Como são constituídos os nutrientes?*

*Quais os constituintes básicos dos sistemas vivos? Qual a composição química de uma célula?*

O corpo humano é constituído por células, e estas são constituídas por elementos químicos. Esses elementos podem existir na célula como compostos inorgânicos ou como compostos orgânicos. Embora as células possuam sensivelmente os mesmos compostos químicos, a sua proporção pode variar em função das características das células, por exemplo, células musculares, ósseas, nervosas ou adiposas.

A figura 2.1.5 apresenta a composição média, em percentagem de nutrientes, de uma célula.

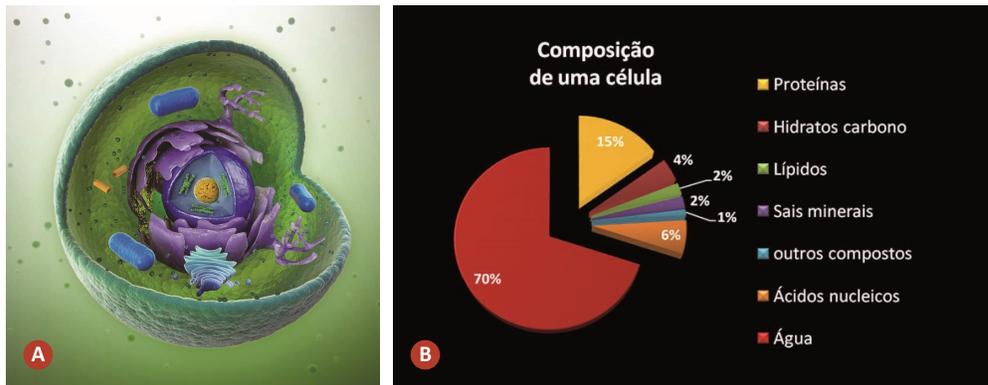


Fig. 2.1.5 - Célula animal (A) e sua composição nutricional média (B)

#### 3.1 Os constituintes inorgânicos do nosso corpo e das nossas células

Os compostos inorgânicos das células e dos seres vivos são a água e os elementos minerais.

##### 3.1.1 Água

A água é o constituinte principal das células. A maioria das células tem mais de 60% do seu peso em água (Tabela 2.1.3). A água é bastante abundante em locais da célula como no **citoplasma** e nos **vacúolos**. Porém, a água não se encontra nas células e nos fluidos como substância pura, mas como solvente de uma solução em que os solutos são elementos minerais e compostos orgânicos. A concentração desta solução é de grande importância na medida em que influencia o sentido dos movimentos da água e dos solutos através da membrana celular (processos de difusão e osmose).

A água é uma molécula formada por 2 átomos de hidrogénio (H) ligados covalentemente a um átomo de oxigénio (O) [Fig. 2.1.6], ou seja, é uma molécula que pode ser representada pela fórmula química  $H_2O$ . Devido à sua constituição química as moléculas de água são **polares**, podendo estabelecer ligações fracas entre si, bem como com outras moléculas que existem na célula. Essas ligações estão representadas na figura 2.1.6 e designam-se **pontes de hidrogénio**.

Muitos seres vivos possuem fluidos maioritariamente constituídos por água: os animais têm, por exemplo o sangue e a urina; as plantas têm, por exemplo a seiva xilémica.

A água atua também como reagente em várias reações celulares.

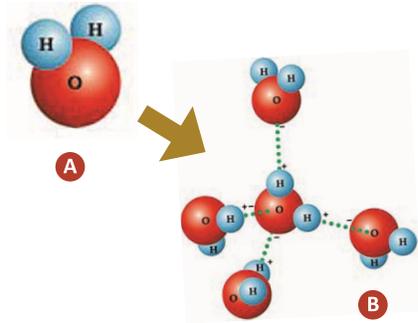


Fig. 2.1.6. Representação da molécula da água (A) e das pontes de hidrogénio (B)

Tabela 2.1.3. Valor médio aproximado do conteúdo de água (%) em algumas células e órgãos

Água (%)	Células/órgãos/organismos vegetais	Células e órgãos humanos
10-50%	Sementes, Frutos secos,...	Células adiposas
70-90%	Batata, cenouras, alface,...	Rins, pulmões, músculos,...

### 3.1.2 Sais

Muitos solutos que existem na célula são minerais e encontram-se na forma de iões. Destacam-se **iões** como o cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) que é muito abundante nas células e nos tecidos, sobretudo ao nível dos ossos, dentes e músculos; os iões potássio ( $\text{K}^+$ ) e sódio ( $\text{Na}^+$ ) estão especialmente implicados nos processos de transmissão dos impulsos nervosos; para além dos iões já citados, o cloro ( $\text{Cl}^-$ ) também é muito importantes na regulação dos movimentos de água e iões na célula.

Os elementos químicos que constituem as nossas células provêm dos compostos químicos presentes nos alimentos ingeridos. A forma como estes elementos se organizam pode levar à formação de moléculas mais ou menos complexas.

O **carbono** (C) e o **hidrogénio** (H), em particular, podem formar **moléculas** designadas moléculas orgânicas. Muitas moléculas **orgânicas**, além de carbono e de hidrogénio, também contêm átomos de **oxigénio** (O) e algumas também podem ter **azoto** (N), **fósforo** (P), ou **enxofre** (S). O fósforo é também constituinte de muitas moléculas como o ATP e ácidos nucleicos (DNA e RNA).

### 3.2 Constituintes orgânicos do corpo e das células

Os compostos orgânicos são moléculas contendo carbono e hidrogénio, como os carboidratos, proteínas, lípidos, ácidos nucleicos e vitaminas. Para compreender como as células funcionam é necessário conhecer algumas características químicas e funcionais destes constituintes orgânicos.

O átomo de carbono tem a possibilidade de formar 4 ligações com outros átomos, podendo formar moléculas relativamente pequenas, ou moléculas longas (macromoléculas), formadas por um elevado número de átomos de carbonos ligados entre si [Fig. 2.1.7].

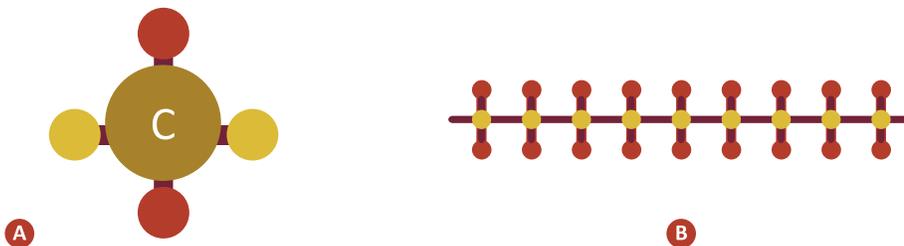


Fig. 2.1.7 - O carbono pode estabelecer 4 ligações formando moléculas pequenas (A) ou macromoléculas (B)

Quando moléculas pequenas se ligam de forma repetida para formar macromoléculas, designam-se monómeros, e as macromoléculas formadas por **monómeros** designam-se **polímeros**.

Quando vários monómeros se associam para produzirem polímeros, ocorre uma reação química chamada **condensação** [Fig. 2.1.8A], pois neste processo perde-se, geralmente, uma molécula de água.

Por outro lado, para que um polímero seja degradado é necessário a intervenção de moléculas de água, pois é necessário que ocorra uma reação de **hidrólise** [Fig. 2.1.8B].

A condensação de monómeros é muito importante quando a célula necessita de construir, reparar ou duplicar as suas estruturas, ou para armazenar substâncias. A hidrólise de polímeros, por outro lado, permite a libertação de monómeros que podem então ser usados pela célula, por exemplo para obter energia.



Fig. 2.1.8 - Esquema de reações de: (A) condensação e de (B) hidrólise

### 3.2.1 Hidratos de carbono, Carboidratos, ou glícidos

Os hidratos de carbono são compostos orgânicos constituídos por carbono, hidrogénio e oxigénio.

Estes compostos existem em todos os seres vivos e têm um papel essencialmente energético: podem ser usados na transferência de energia (ex. glicose), ou como reservas (ex. amido e glicogénio).

Nalguns casos particulares os hidratos de carbono podem também contribuir para a estrutura das células, dos tecidos e dos órgãos, ou seja possuir funções estruturais: por exemplo, nas paredes das células vegetais (ex. celulose), e no revestimento e proteção de insetos, aranhas e crustáceos (ex. quitina).

As unidades mais simples da família dos carboidratos são os monossacarídeos. Em geral os monossacarídeos são solúveis em água e doces ao paladar [Fig. 2.1.9].

A fórmula geral dos **monossacarídeos** é a seguinte:  $(CH_2O)_n$  considerando que  $n$  se situa entre 3 e 7.

Os mais comuns são as hexoses (ex. glicose,  $C_6H_{12}O_6$ ) que são açúcares com seis carbonos, e as pentoses (ex. ribose,  $C_5H_{10}O_5$ ) que são açúcares com cinco carbonos. As hexoses mais frequentes são a **glicose**, a **frutose** e a **galactose**. As pentoses mais abundantes são a **ribose** e a **desoxirribose** (esta última tem menos um átomo de oxigénio que a ribose).

Uma molécula de monossacarídeo pode sofrer condensação, ligando-se a outras moléculas de monossacarídeos e formar polímeros pequenos, os **oligosacarídeos**. Destes os mais comuns e importantes são os **dissacarídeos** que resultam da ligação de dois monossacarídeos: por exemplo a **sacarose**, a **maltose** e a **lactose** [Fig. 2.1.9]. A ligação que une dois **monossacarídeos** designa-se **ligação glicosídica**.

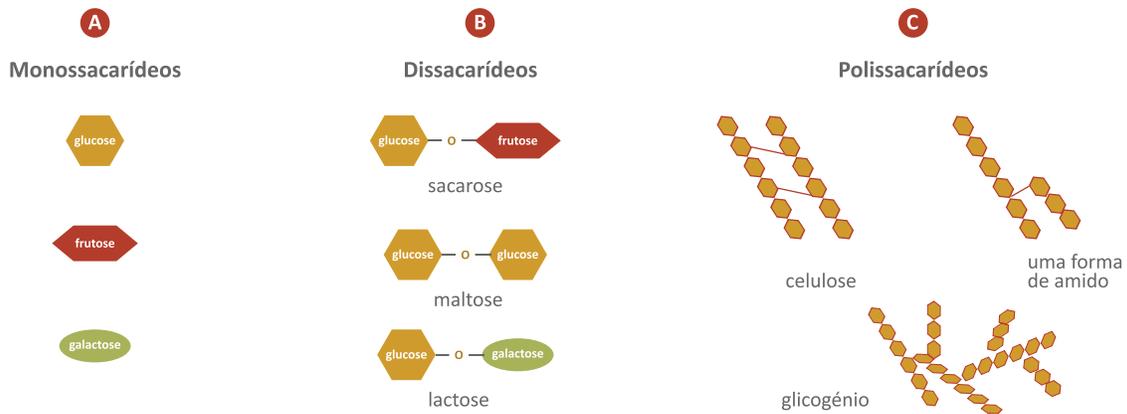


Fig. 2.1.9 - **Hidratos de carbono**: monossacarídeos (A), dissacarídeos (B) e polissacarídeos (C)

Os **polissacarídeos** são polímeros formados por mais de 10 moléculas de monossacarídeos ligados entre si por ligações glicosídicas. Contrariamente aos monossacarídeos e dissacarídeos, os polissacarídeos não são solúveis em água nem são doces. Podem ter funções de estrutura, como a celulose e a quitina. Podem também ter função de reserva, como o amido nas células vegetais [Fig. 2.1.10], e o glicogénio nas células animais.

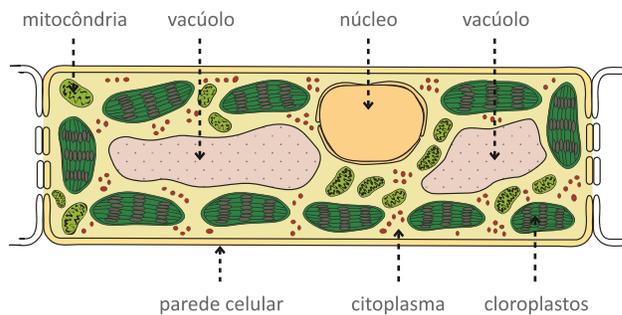


Fig. 2.1.10 - Exemplos de carboidratos nas células vegetais:

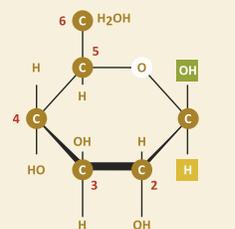
- a) **amido**: nos cloroplastos
- b) **monossacarídeos** ou **dissacarídeos**: citoplasma, mitocôndrias, cloroplastos, vacuolos
- d) **celulose**: parede celular

### Sabias que...

A glicose e a frutose são monossacarídeos simples com 6 carbonos (hexoses). São muito abundantes nos frutos (ex. tangerinas) daí o seu sabor doce que, na natureza, atrai os animais... Quando estes monossacarídeos se combinam formam dissacarídeos como a sacarose (glucose-frutose). Há duas espécies vegetais, a cana do açúcar e a beterraba sacarina, que produzem tanta sacarose que ela é extraída e comercializada como o vulgar açúcar à venda nas lojas.

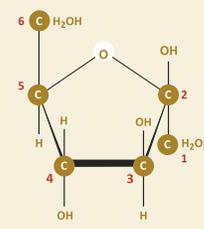
O pão possui amido que é um polissacarídeo. Se mastigares muito tempo um pouco de pão vais sentir um ligeiro sabor doce na boca. São as enzimas da saliva (amilases) que degradam (hidrolisam) o amido, concretizando a primeira etapa de digestão, na boca e originaram maltose que tem um sabor adocicado. O açúcar de maltose é muito usado em países asiáticos.

#### estrutura da glucose

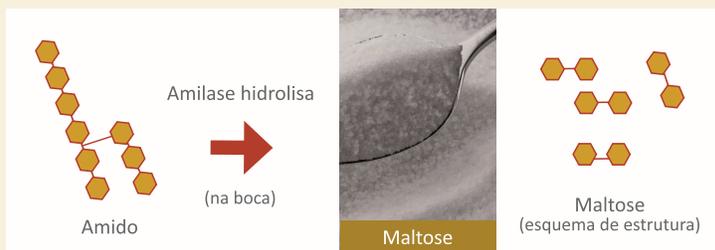


cana de açúcar

#### estrutura da frutose



baterraba sacarina



O leite dos mamíferos (nomeadamente o humano) é doce porque tem lactose (glicose-galactose), que é a principal fonte de carboidratos para bebés. Este dissacarídeo, pela acção da enzima lactase, transforma-se em glicose e galactose, que são facilmente absorvidos. No entanto, há pessoas que não produzem lactase o que faz com que a lactose chegue até ao intestino grosso sem ser absorvida pelo organismo. Este monossacarídeo pode, então, ser fermentado por bactérias e causar gases e indigestão.

## Actividade prática 2.1.6

**Questão:** Quais os alimentos que possuem amido?

**Hipótese:** O amido só existe em alimentos que provém de órgãos de reserva de plantas.

**Material de laboratório:**

7 vidros de relógio (ou caixas de Petri, ou quadrados de papel de alumínio)

Solução de Lugol (ou solução de iodo) – indicador de amido

Conta gotas

**Nota:** A solução de Lugol tem cor acastanhada, mas adquire cor azul escura na presença de amido.

**Material biológico:**

- |           |                  |                     |            |
|-----------|------------------|---------------------|------------|
| 1 - Amido | 2 - Maçã         | 3 - Feijão          | 4 - Batata |
| 5 - Óleo  | 6 - Clara de ovo | 7 - Carne de frango |            |

**CrITÉRIOS de validação da hipótese:**

A hipótese será confirmada se se verificarem as duas seguintes condições:

- a) a solução de Lugol fica azul em alimentos obtidos de órgãos de reserva de plantas;
- b) a solução de Lugol fica castanha em alimentos que não provém de órgãos de reserva de plantas.

**Procedimento:**

1º Coloca uma porção de cada alimento (2, 3 e 4 zona sem casca) nos vidros de relógios identificados.

2º Espera alguns minutos para que todos os alimentos estejam à temperatura ambiente.

2º Coloca três gotas da solução de Lugol em cada alimento.

3º Regista as observações numa tabela.

### Discussão:

1 - Identifica qual foi a variável estudada neste trabalho (seleciona a opção correta)

- a) tipo de alimento
- b) efeito do Lugol
- c) temperatura
- d) função nutricional do amido

2 - Identifica quais das seguintes variáveis foram controladas.

- a) quantidade de Lugol
- b) peso do alimento
- c) temperatura
- d) tipo de alimento

3 - O alimento 1 (amido) serviu como controlo nesta experiência. Explica qual a sua importância.

4 - Identifica quais os alimentos que revelaram possuir amido.

5 - Compara os resultados com os critérios de validação da hipótese.

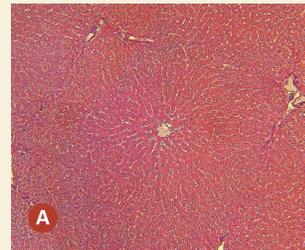
6 - Apresenta a conclusão desta actividade, dizendo se a hipótese de partida foi ou não confirmada.

### Sabias que...

Quando se ingere carboidratos (arroz, pão,...) ocorre hidrólise e os monossacarídeos são absorvidos. Se não forem logo usados podem ser armazenados no fígado sob a forma de glicogénio. O glicogénio pode mais tarde ser hidrolisado, por ação de enzimas, ficando a glicose de novo disponível no sangue.

A insulina é uma hormona (produzida pelo pâncreas) que regula o metabolismo do glicogénio. Porém, algumas pessoas não produzem adequadamente insulina e, por isso, podem ter excesso de glicose no sangue (hiperglicemia), ou deficiência de glicose no sangue (hipoglicemia). Essa doença chama-se diabetes e tem de ser controlada pelo médico. Estas pessoas devem medir os níveis de glicose no sangue todos os dias, com aparelhos especiais e devem comer alimentos pobres em açúcar.

- A** Células de fígado com glicogénio
- B** Aparelho de medir nível de glicose no sangue



### 3.2.2 Lípidos

Os lípidos, ou gorduras, são compostos químicos constituídos por carbono, hidrogénio e oxigénio. Podem ocasionalmente integrar outros elementos como azoto, ou fósforo. São insolúveis em água.

Os lípidos mais simples designam-se glicerídeos. São constituídos por uma molécula de glicerol a que se ligaram (por ligações éster) moléculas de ácidos gordos. Quando três moléculas de ácido gordo se ligam ao glicerol forma-se um triglicerídeo [Fig. 2.1.11] que é altamente apolar (não se mistura com a água).

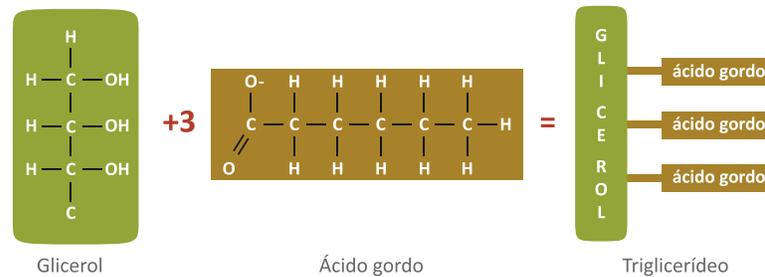


Fig. 2.1.11 - Exemplo da estrutura do glicérol, de um ácido gordo e do triglicérido resultante

Os **fosfolípidos** são moléculas que resultam da ligação de uma molécula de glicérol, duas de ácidos gordos e uma molécula de fosfato (oxigénio e fósforo). Os fosfolípidos têm assim uma zona polar (grupo fosfato) e uma outra zona apolar (ácidos gordos). A zona polar tem afinidade para a molécula de água que também é polar, designando-se, por isso zona hidrofílica. A zona apolar não tem qualquer afinidade para a água designando-se zona hidrofóbica. Pelo facto de estas moléculas terem zonas hidrofílicas e hidrofóbicas, designam-se moléculas anfipáticas [Fig. 2.1.12].

Os fosfolípidos são constituintes fundamentais das células, pois fazem parte das suas membranas celulares.



Fig. 2.1.12 - Esquema de fosfolípido (A) e sua localização na célula: membrana celular (B)

Os lípidos são muito importantes com funções de reserva de energia (acumulam-se por exemplo na forma de gotas de gordura em células), com funções estruturais (ex. constituintes da membrana da célula) e também com função protetora (ex. como ceras que revestem folhas de plantas) [Fig. 2.1.13]. Há ainda moléculas derivadas de lípidos que fazem parte de compostos especiais, como os aromas das flores, as vitaminas A, E e K, por exemplo, e as hormonas, bem como muitas outras substâncias que intervêm no metabolismo celular.

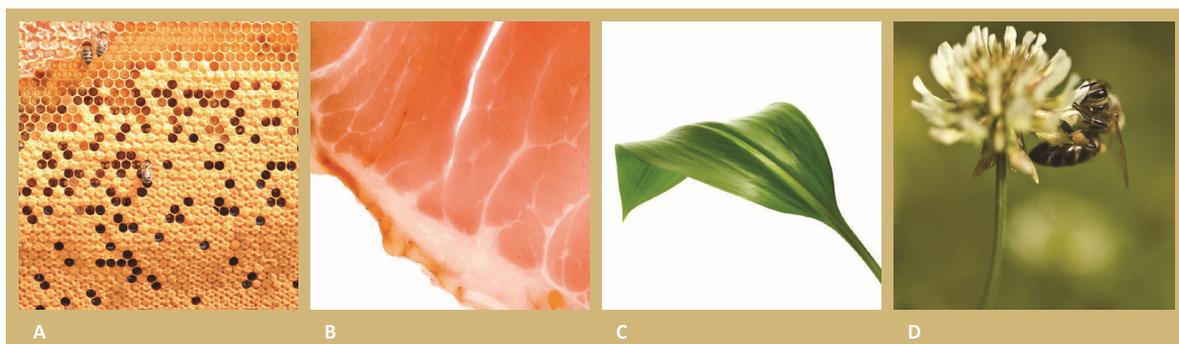


Fig. 2.1.13 - Estruturas biológicas com lípidos: (A) cera das abelhas; (B) tecido adiposo ou gordura em tecido muscular de bovino; (C) ceras que conferem aspeto brilhante a folhas e (D) perfume de flores atrai insectos para a polinização

## Sabias que...

Nos humanos a gordura tende a acumular-se preferencialmente em certos locais. A acumulação da gordura por baixo da pele (gordura subcutânea) faz-se de maneira diferente nos homens e nas mulheres. Assim, os homens tendem a acumular mais gordura no abdómen e nas pernas e quadris. As mulheres acumulam sobretudo na mama, ventre, ancas, coxas e nádegas.



O aumento de consumo de comidas muito ricas em gorduras e de má qualidade nutricional, como são os hambúrgueres e batatas fritas, causam doenças muito graves, devido à acumulação de gordura em zonas perigosas. A acumulação de gordura nos vasos sanguíneos pode causar o seu endurecimento e entupimento. Se órgãos vitais deixarem de ser irrigados pode ocorrer a morte.

### 3.2.3 Prótidos

Os prótidos são compostos formados por carbono (C), oxigénio (O), hidrogénio (H) e azoto (N). Por vezes contêm outros elementos como enxofre (S) ou fósforo (P).

Na categoria dos prótidos incluem-se as moléculas mais simples, os **aminoácidos**, que se ligam originando cadeias chamadas **péptidos**. Os péptidos mais longos que possuem funções específicas designam-se proteínas.

Os aminoácidos são pequenas moléculas que têm um carbono central que estabelece quatro ligações com outros átomos: com um grupo amina; com um grupo carboxilo; com um átomo de hidrogénio; e com um outro grupo que pode ser muito variável (há cerca de 20 aminoácidos diferentes importantes para os seres vivos). Quando dois aminoácidos se unem, por uma reação de condensação, forma-se uma ligação peptídica, em que o grupo amina de um aminoácido e o grupo carboxilo do outro aminoácido [Fig. 2.1.14].

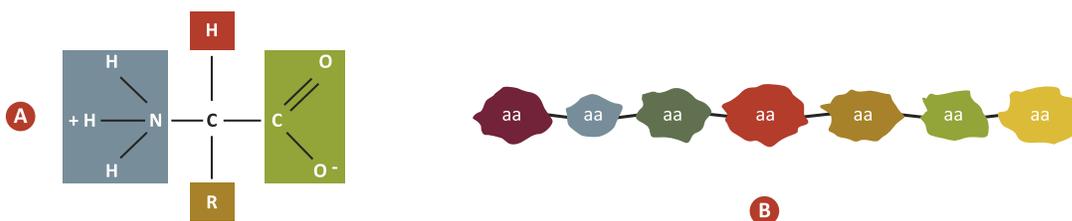


Fig. 2.1.14 - (A) Estrutura base de um aminoácido: A azul (grupo amina), a verde (grupo carboxilo). O que distingue os 20 aminoácidos é o grupo R, (B) Péptido formado por sete aminoácidos

As **proteínas** são macromoléculas constituídas por uma ou mais cadeias peptídicas. Estas longas cadeias de aminoácidos têm uma organização tridimensional característica, ou seja, dobram-se sobre si mesmas e organizam-se no espaço, o que influencia a sua função na célula.

A estrutura das proteínas pode classificar-se em quatro níveis:

- **Estrutura primária:** diz respeito à sequência de aminoácidos que formam as cadeias peptídicas que constituem a proteína.

- **Estrutura secundária:** é a forma como as cadeias peptídicas se enrolam sobre si mesmas, por exemplo em hélice, ou em zigzague.

- **Estrutura terciária:** é a forma como a cadeia peptídica com estrutura secundária se organiza no espaço. Pode enrolar-se sobre si mesma adquirindo uma estrutura globular (ex. hemoglobina), ou pode dispor-se paralelamente uma em relação às outras ficando com uma estrutura fibrosa (ex. colagénio) .

- **Estrutura quaternária:** algumas proteínas são mais complexas e são constituídas por cadeias proteicas de estrutura terciária que se juntem e organizem estruturalmente. Esta organização final é que confere a estabilidade estrutural e funcional à proteína.

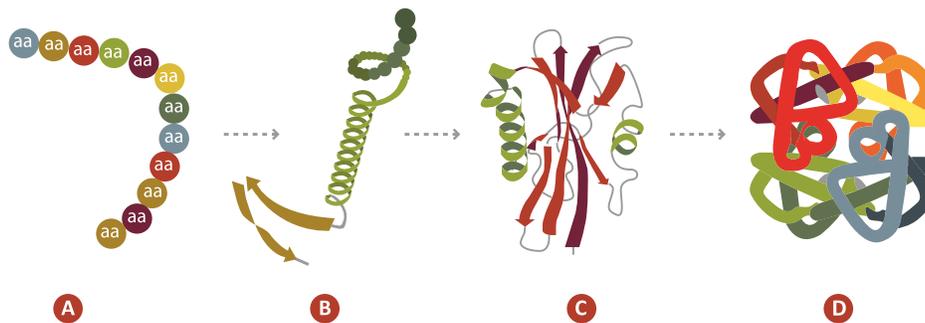


Fig. 2.1.15 - Níveis de estrutura de uma proteína: (A) primária; (B) secundária; (C) terciária e (D) quaternária

Tal como os hidratos de carbono e os lípidos, as proteínas também desempenham várias tipos de funções nas células, razão pela qual devem ser incluídas diariamente nas dietas. As proteínas possuem funções de estrutura e proteção das células e do organismo. Por exemplo integram a membrana celular e são constituintes dos cabelos e das unhas. As proteínas, sobretudo as que integram as membranas da célula, têm ainda funções de transporte de nutrientes através das membranas, e funções de reconhecimento de substâncias.



Fig. 2.1.16 - Estruturas feitas de proteínas fibrosas: (A) teia da aranha; (B) cabelo e (C) secção transversal de fios de cabelo formados por fibras proteicas organizadas paralelamente <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/aminoacidos/sustentacao-mecanica.php>

## Sabias que...

As enzimas são proteínas com propriedades catalíticas (catalisadores biológicos). A substância a que se liga a enzima é modificada quimicamente e convertida num ou mais produtos. Uma vez que este processo é geralmente uma reação reversível, pode exprimir-se do seguinte modo:



A atividade das enzimas pode ser afetada pelos seguintes fatores:

**Concentração do substrato:** uma reação não catalisada mostra uma relação linear com o substrato.

**Temperatura:** Dentro dos valores fisiologicamente adequados, um aumento da temperatura leva a um aumento da atividade enzimática. Quando se atingem valores de temperatura muito elevados, a enzima (proteína) é destruída. A destruição das proteínas leva à morte da célula ou do organismo.

**pH:** cada enzima funciona melhor (a sua estrutura terciária é mais estável) para um certo valor de pH. Valores extremos (muito ácidos ou muito básicos) alteram a estrutura da enzima, e ela pode ser destruída.

Com base nestes aspetos podemos compreender que a fervura dos alimentos, ou a sua lavagem com ácidos, por exemplo vinagre, leva à destruição de proteínas de microrganismos patogénicos, atuando assim como um processo de desinfeção dos alimentos.

### 3.2.4 Ácidos nucleicos

Os ácidos nucleicos são biomoléculas complexas e que têm a informação genética, constituindo os genes e organizando-se em cromossomas.

Há dois tipos de ácidos nucleicos: o **ácido desoxirribonucleico** (DNA, que também pode ser abreviado para ADN) e o **ácido ribonucleico** (RNA ou ARN).

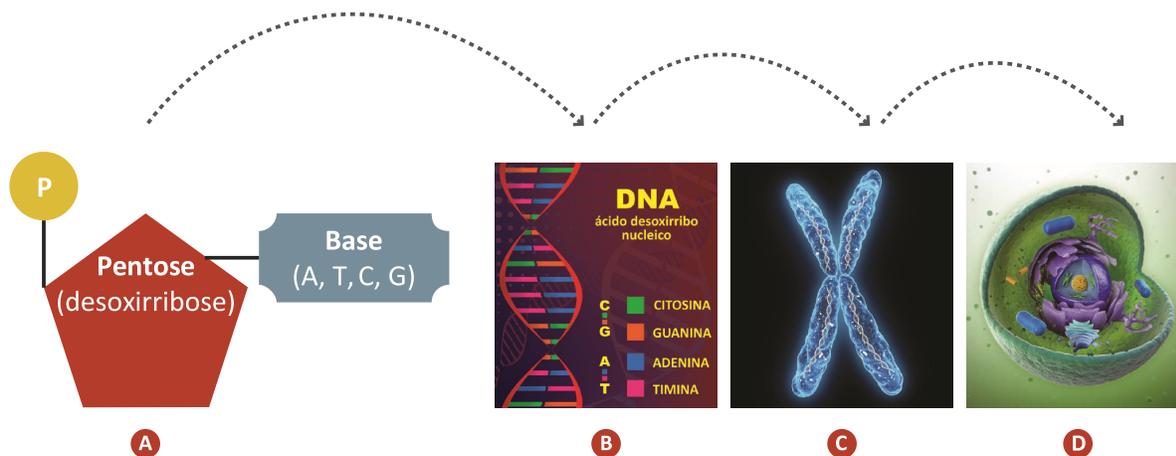


Fig. 2.1.17 - Os nucleótidos (A) são a base de construção dos ácidos nucleicos. O DNA está organizado em dupla hélice (B) e constitui os cromossomas (C) que se encontram no núcleo da célula (D)

---

Os nucleótidos são formados por um fosfato, ligado a uma pentose (monossacarídeo) ligada a uma base, como se ilustra na fig. 2.1.17 A. Os nucleótidos de DNA são ligeiramente diferentes dos nucleótidos de RNA, ao nível da pentose e das bases.

No RNA a pentose é uma **ribose** e as bases azotadas são **citossina, guanina, adenina e uracilo**. O RNA possui uma cadeia simples de nucleótidos.

No DNA a pentose é a **desoxirribose** e as bases azotadas são **citossina, guanina, adenina e timina**. O DNA é formado por duas cadeias organizadas em dupla hélice [Fig. 2.1.17 B].

A união das cadeias de nucleótidos de DNA é feita ao nível das bases, cujo emparelhamento se faz sempre do seguinte modo: guanina - citossina e adenina - timina.

Nas células procarióticas, o DNA existe no citoplasma. Nas células eucarióticas animais existe em maior quantidade no núcleo mas também nas mitocôndrias. Nas células eucarióticas vegetais existe no núcleo, mitocôndrias e nos cloroplastos.

---

### Atividade Prática 2.1.7

1 - Considerando os conhecimentos sobre biomoléculas, constrói um mapa de conceitos:

1.1 Identifica os conceitos essenciais. (ex. glícido, fosfolípido, proteína, nucleótido...)

1.2 Organiza os conceitos dos mais gerais para os mais específicos.

(ex. prótido é um conceito mais geral do que peptídeo e aminoácido, mas de nível igual ao de glícido)

1.3 Liga os conceitos através de palavras, de modo a obteres frases corretas.

---