

# Propriedades e métodos de extração de macromoléculas

Profa. Livia Soares Zaramela

O que é uma macromolécula?

---

# O que é uma macromolécula?

---

Molécula orgânica de grande massa molecular:

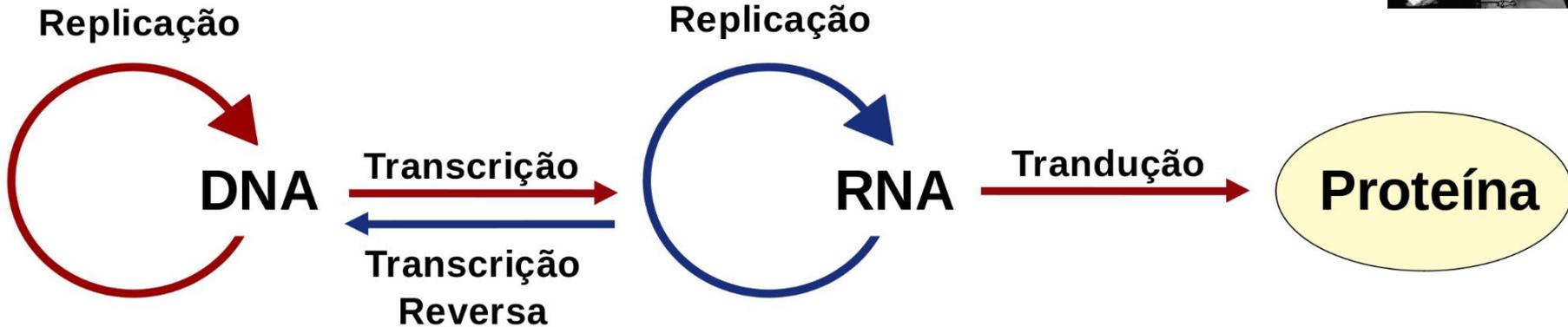
- Carboidratos
- Lipídios
- Proteínas
- Ácidos nucleicos.

# Dogma central da biologia

---

# Dogma central da biologia

Proposta (modificada) Francis Crick (1970)



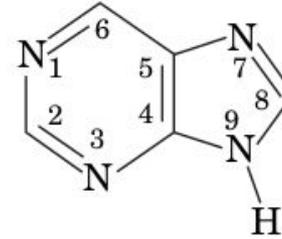
A Informação é:  
Armazenada

Decodificada

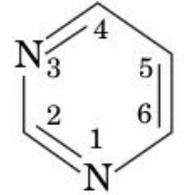
Executada

# Nucleotídeos

Os nucleotídeos são moléculas onipresentes com considerável diversidade estrutural.



**Purine**

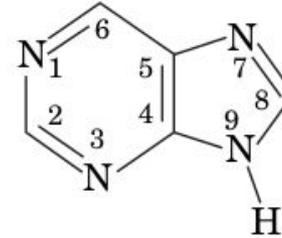


**Pyrimidine**

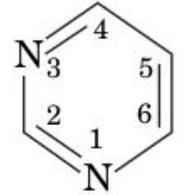
# Nucleotídeos

Os nucleotídeos são moléculas onipresentes com considerável diversidade estrutural.

O nucleotídeos são compostos de uma substância base nitrogenada ligada a um açúcar ao qual também está ligado a pelo menos um grupo fosfato.



**Purine**



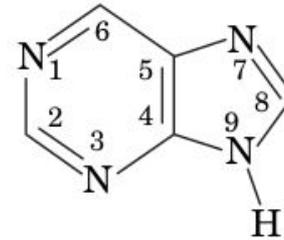
**Pyrimidine**

# Nucleotídeos

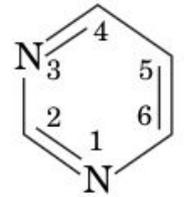
Os nucleotídeos são moléculas onipresentes com considerável diversidade estrutural.

O nucleotídeos são compostos de uma substância base nitrogenada ligada a um açúcar ao qual também está ligado a pelo menos um grupo fosfato.

As bases nitrogenadas dos nucleotídeos são moléculas planares, aromáticas e heterocíclicas que são derivados estruturais de purina ou pirimidina.



**Purine**



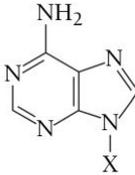
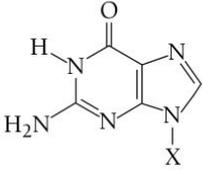
**Pyrimidine**

# Purinas

Mais comuns: adenina e guanina;

Ligadas á um açúcar de 5 carbonos, ribose, pelo átomo N9

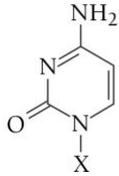
**TABLE 3-1** Names and Abbreviations of Nucleic Acid Bases, Nucleosides, and Nucleotides

Base Formula	Base (X = H)	Nucleoside (X = ribose <sup>a</sup> )	Nucleotide <sup>b</sup> (X = ribose phosphate <sup>a</sup> )
	Adenine Ade A	Adenosine Ado A	Adenylic acid Adenosine monophosphate AMP
	Guanine Gua G	Guanosine Guo G	Guanilyc acid Guanosine monophosphate GMP

# Pirimidinas

Mais comuns: citosina, uracil e timina;

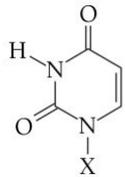
Ligadas á um açúcar de 5 carbonos, ribose, pelo átomo N1



Cytosine  
Cyt  
C

Cytidine  
Cyd  
C

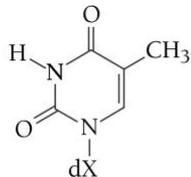
Cytidylic acid  
Cytidine monophosphate  
CMP



Uracil  
Ura  
U

Uridine  
Urd  
U

Uridylic acid  
Uridine monophosphate  
UMP

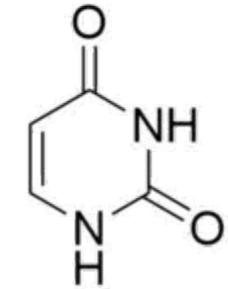
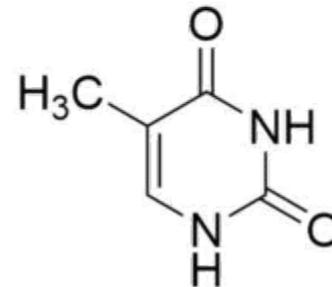
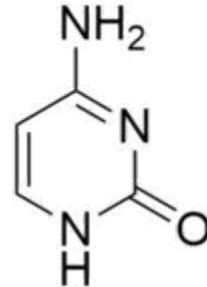
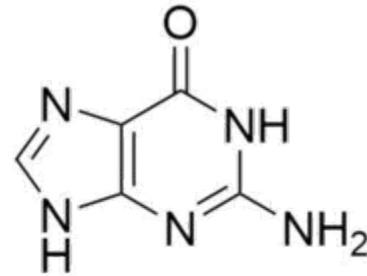
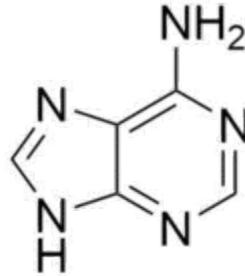
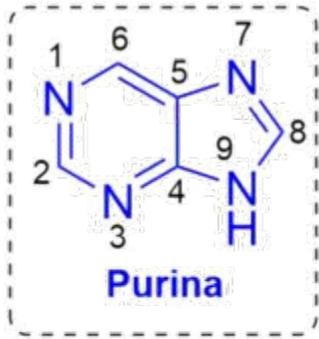


Thymine  
Thy  
T

Deoxythymidine  
dThd  
dT

Deoxythymidylic acid  
Deoxythymidine monophosphate  
dTMP

# Ácidos nucleicos - DNA

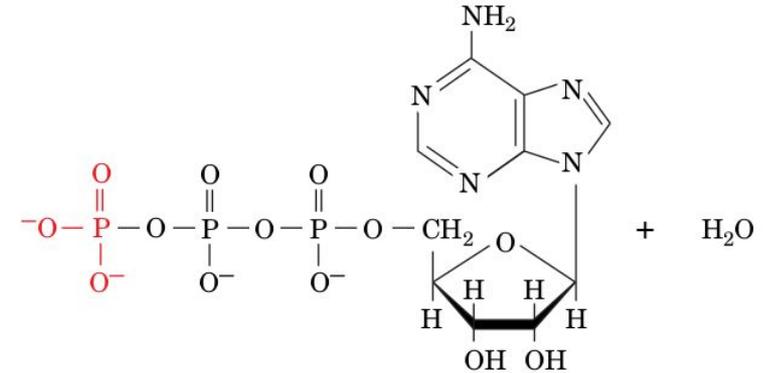


**Uracila (U)**

# ATP

O nucleotídeo mais conhecido é o trifosfato de adenosina (ATP), um nucleotídeo contendo adenina, ribose e um grupo trifosfato.

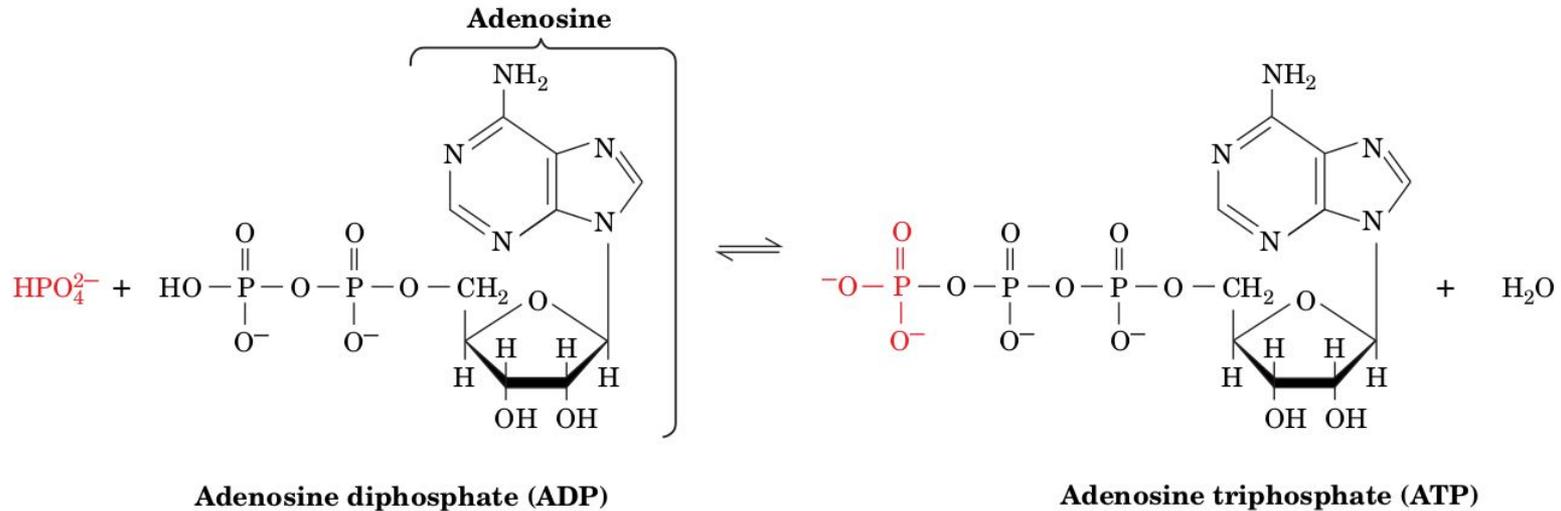
O ATP é frequentemente erroneamente referida como uma molécula de armazenamento de energia, mas é mais precisamente denominado transportador de energia ou agente de transferência de energia.



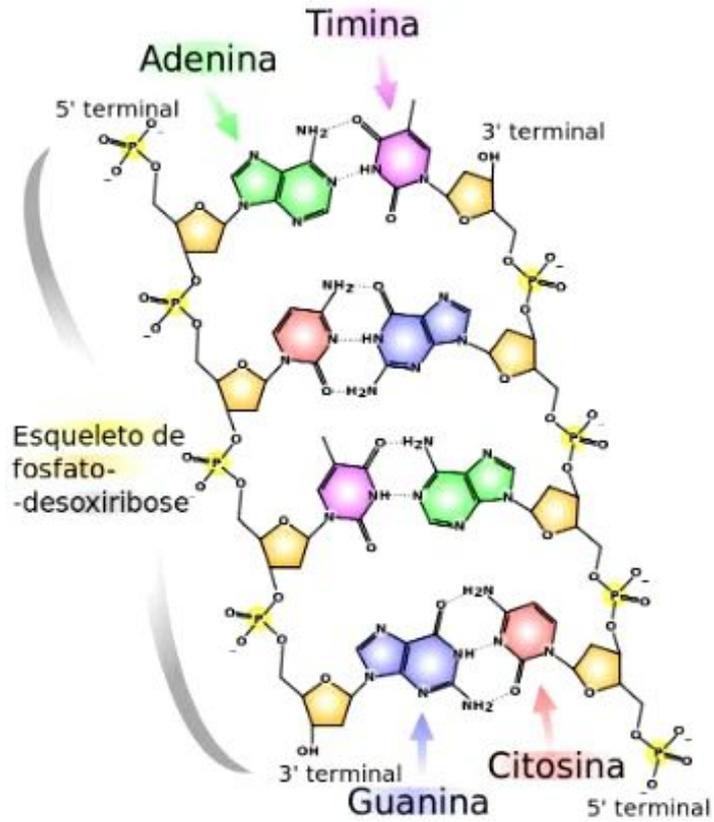
**Adenosine triphosphate (ATP)**

# ATP

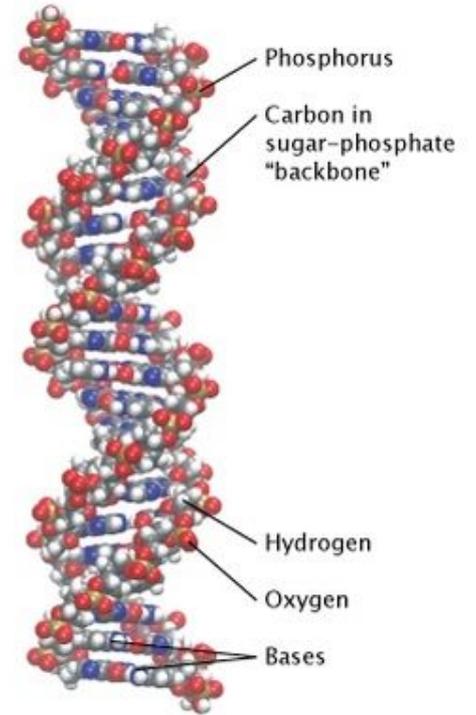
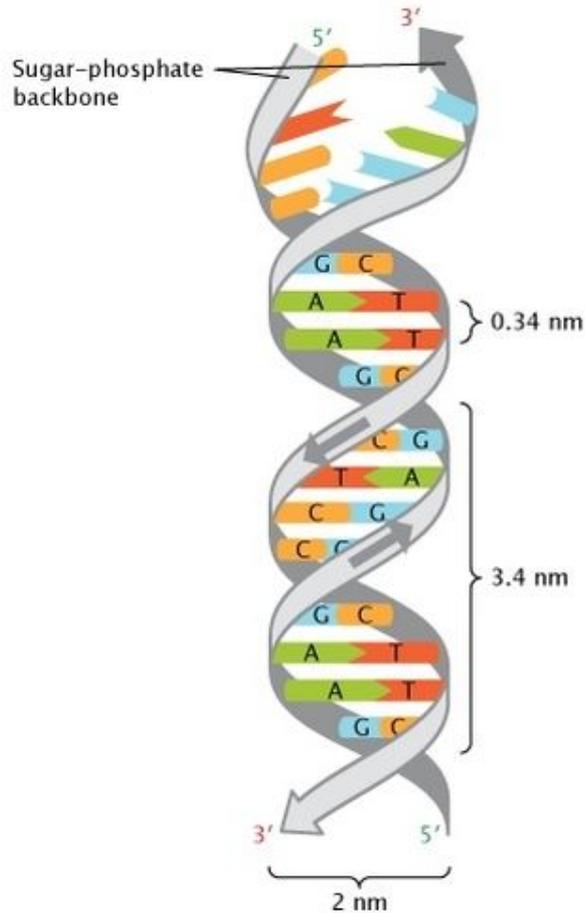
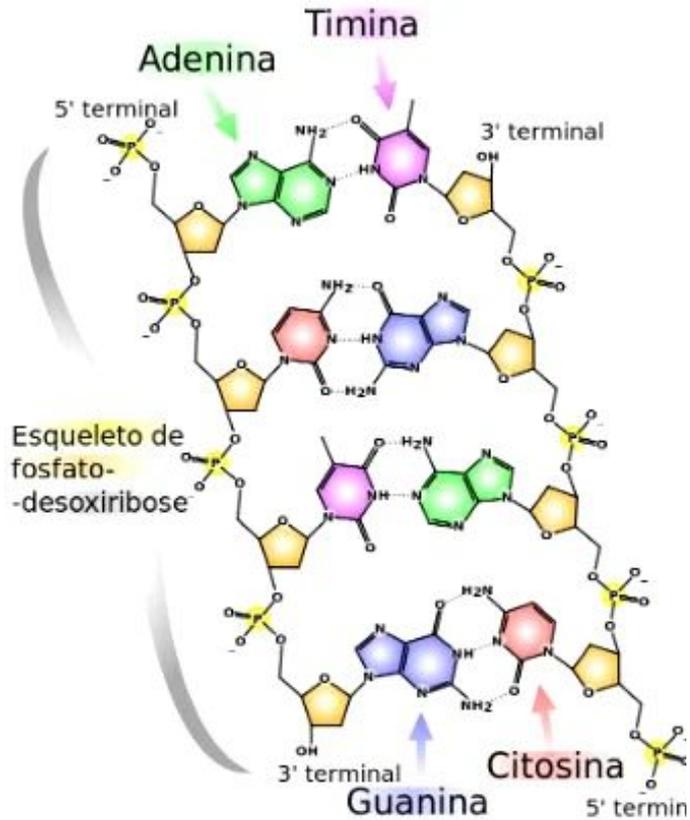
O processo de fotossíntese ou a quebra de combustíveis metabólicos, como carboidratos e ácidos graxos, leva para a formação de ATP a partir de difosfato de adenosina (ADP):



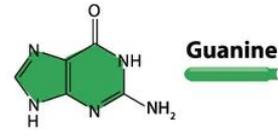
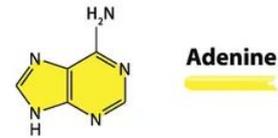
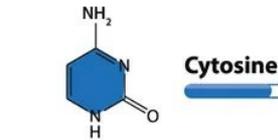
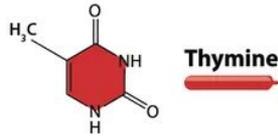
# Ácidos nucleicos - DNA



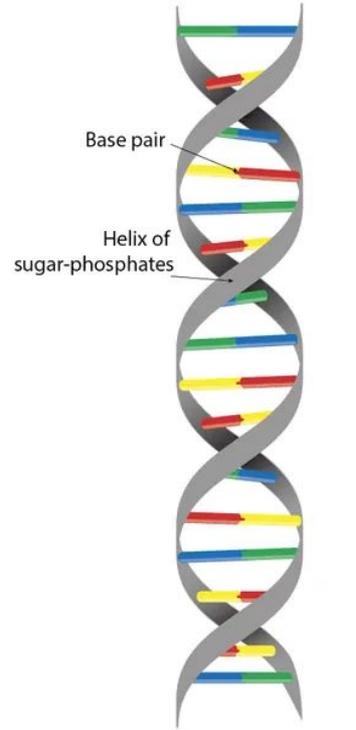
# Ácidos nucleicos - DNA



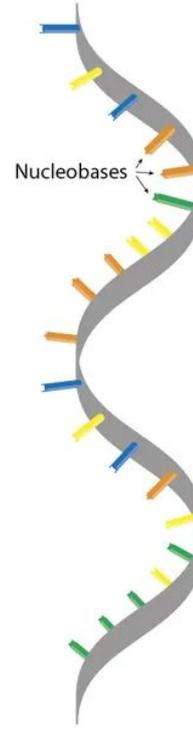
# Ácidos nucleicos - RNA



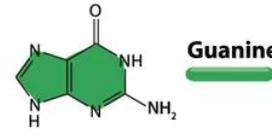
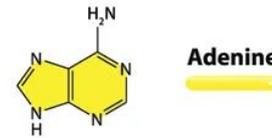
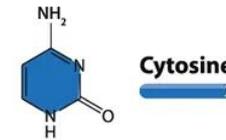
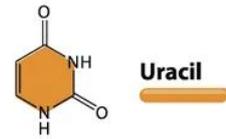
Nucleobases  
of DNA



DNA  
Deoxyribonucleic acid



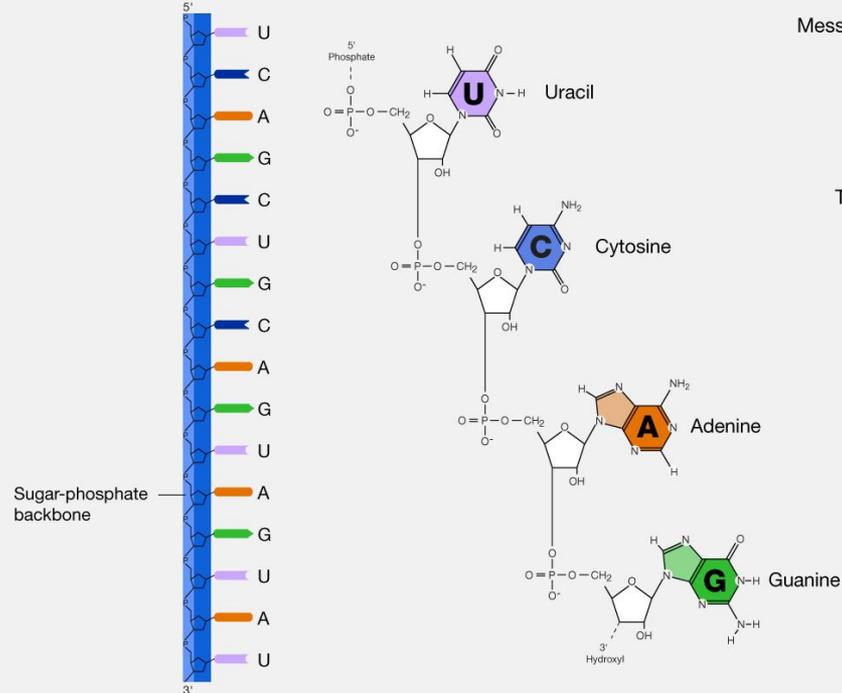
RNA  
Ribonucleic Acid



Nucleobases  
of RNA

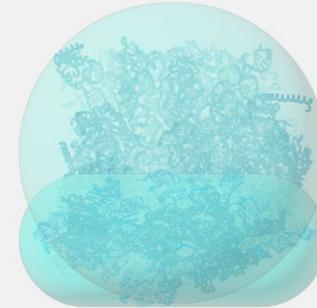
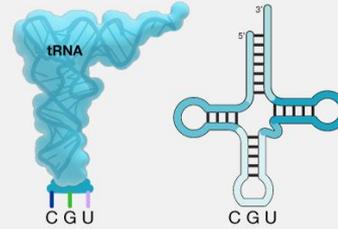
# Ácidos nucleicos - RNA

## Ribonucleic acid (RNA)



Messenger RNA (mRNA) 

Transfer RNA (tRNA)



# Carboidratos

---

# Carboidratos

Biomolécula mais abundante na terra;

Principalmente constituídos de C, H e O;

Unidades básicas chamadas monossacarídeos com a fórmula genérica:  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ ;

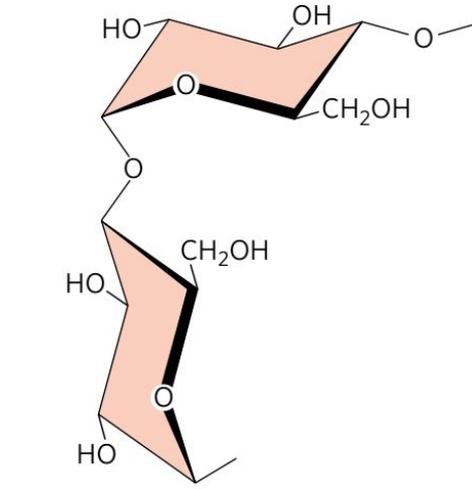
Açúcares e amido são os principais elementos da dieta de muitas partes do mundo;

Principal fonte para a produção de energia.



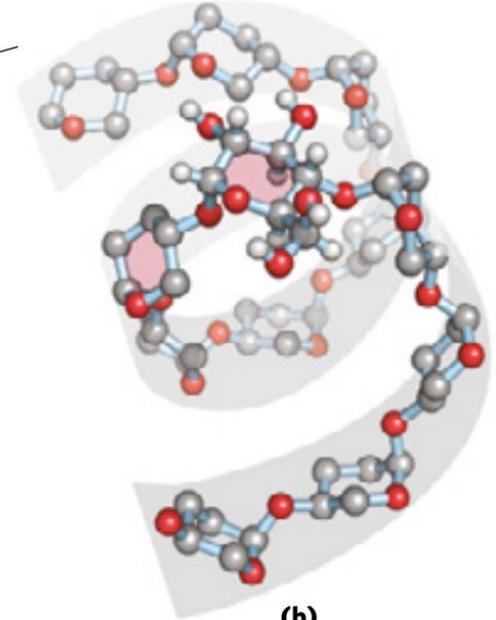
# Variedade estrutural: diversas atividades biológicas

- Energia;
- Estrutura;
- Constituintes do DNA e RNA;
- Sinalização celular.



Unidades de D-glicose  
ligadas por ligações  $(\alpha 1 \rightarrow 4)$

(a)



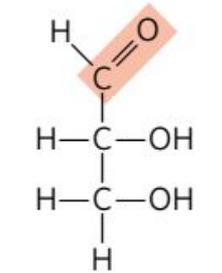
(b)

# Monossacarídeos

## Monossacarídeos representativos

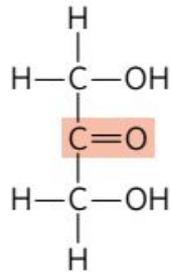
Monossacarídeos com quatro, cinco, seis e sete átomos de carbono no esqueleto são chamados, respectivamente, de tetroses, pentoses, hexoses e heptoses.

D-açúcares: o grupo hidroxila -OH do C mais distante da carbonila (Projeção de Fischer).

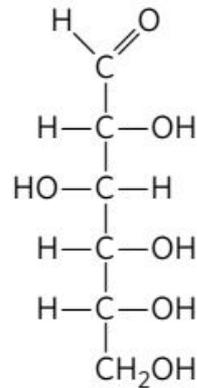


D-Gliceraldeído,  
aldotriose

(a)

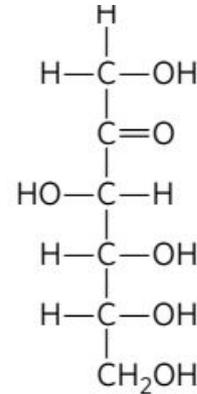


Di-hidroxiacetona,  
cetotriose

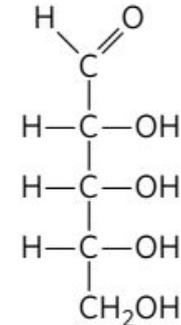


D-Glicose,  
aldo-hexose

(b)

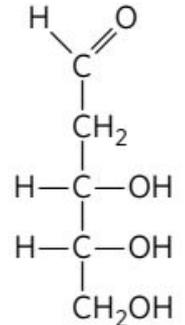


D-Frutose,  
ceto-hexose



D-Ribose,  
aldopentose

(c)



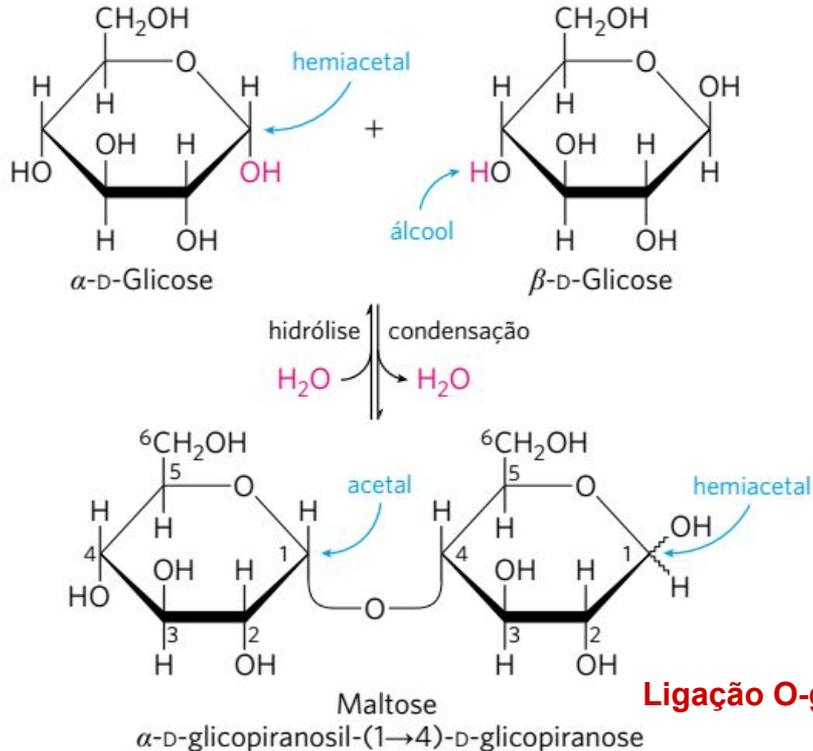
2-desóxi-D-ribose,  
aldopentose

# Ligação glicosídica

Ligação entre dois monômeros de açúcar

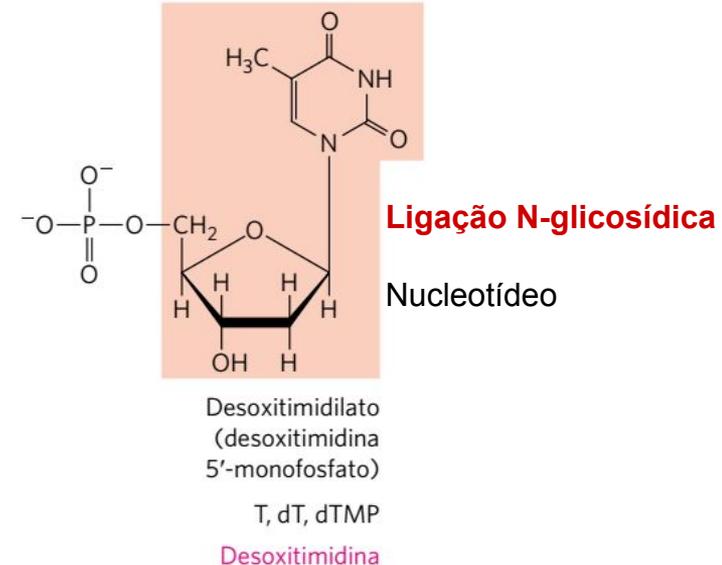
## Ligação glicosídica

(ligação do C anomérico ao O do álcool)



Como o carbono da carbonila pode ser oxidado somente quando o açúcar estiver em sua forma linear, a formação de uma ligação glicosídica gera um açúcar não redutor.

Na descrição de dissacarídeos ou polissacarídeos, a extremidade de uma cadeia com um carbono anomérico livre normalmente é chamada de **extremidade redutora**.

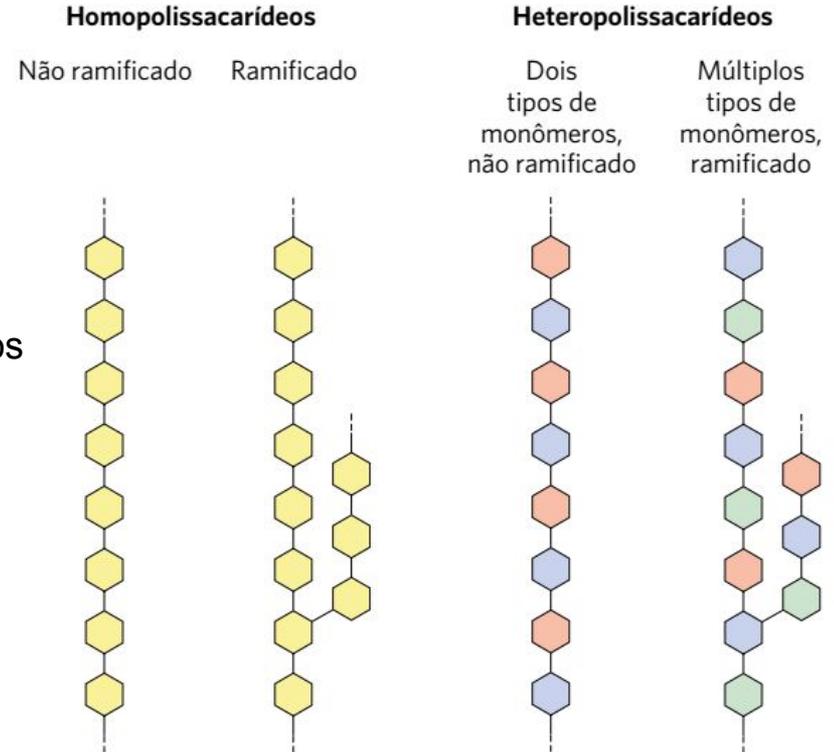


# Polissacarídeos

Ligação entre vários monossacarídeos através de ligações glicosídicas

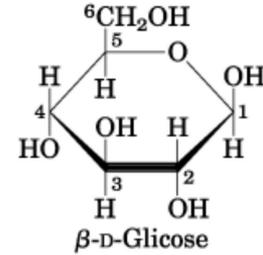
A maioria dos carboidratos ocorre na natureza como polissacarídeos.

Os polissacarídeos, também chamados de glicanos, diferem uns dos outros na identidade das unidades de monossacarídeos repetidas, no comprimento das cadeias, nos tipos de ligações unindo as unidades e no grau de ramificação.



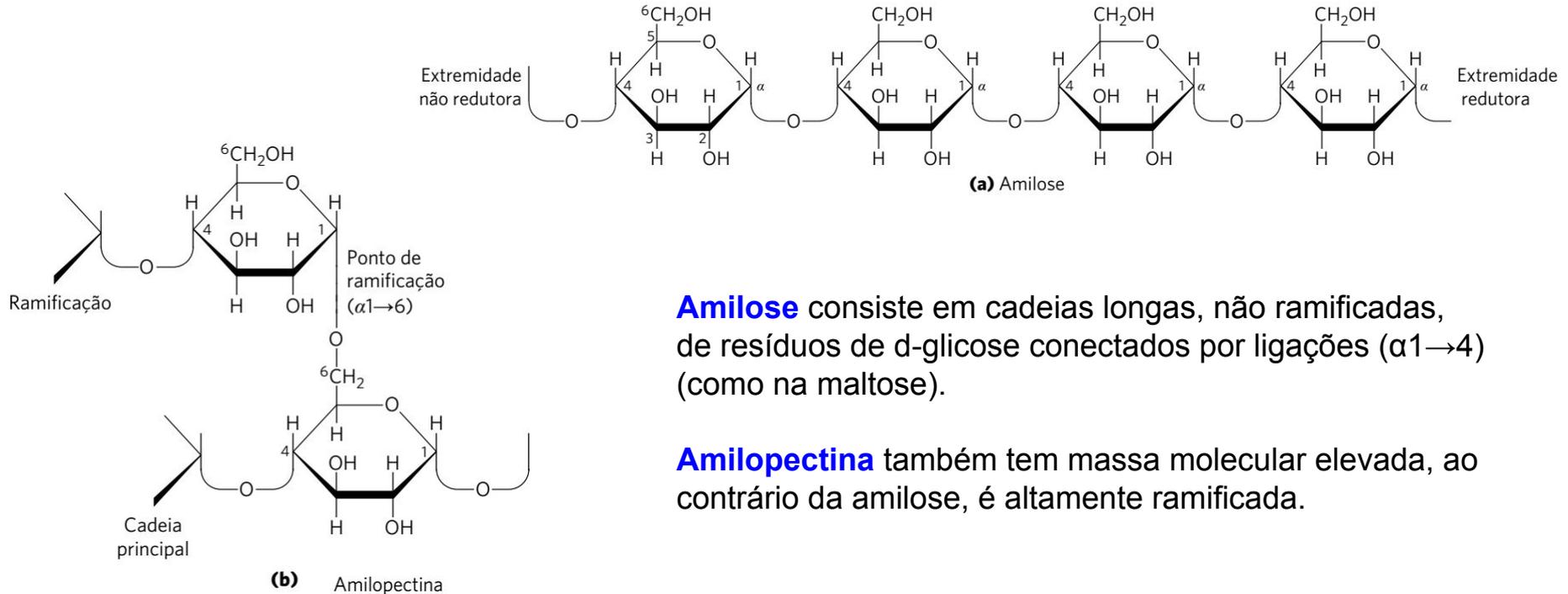
# Amido

- Homopolissacarídeo de glicose.
- Amido: principal reserva vegetal.
- Armazenado no cloroplasto das células vegetais.
- Base da alimentação humana (batata, farinha de trigo, ...)



# Amido

O amido contém dois tipos de polímero de glicose, amilose e amilopectina. A amilose consiste em cadeias longas, não ramificadas, de resíduos de d-glicose conectados por ligações ( $\alpha 1 \rightarrow 4$ ) (como na maltose).



**Amilose** consiste em cadeias longas, não ramificadas, de resíduos de d-glicose conectados por ligações ( $\alpha 1 \rightarrow 4$ ) (como na maltose).

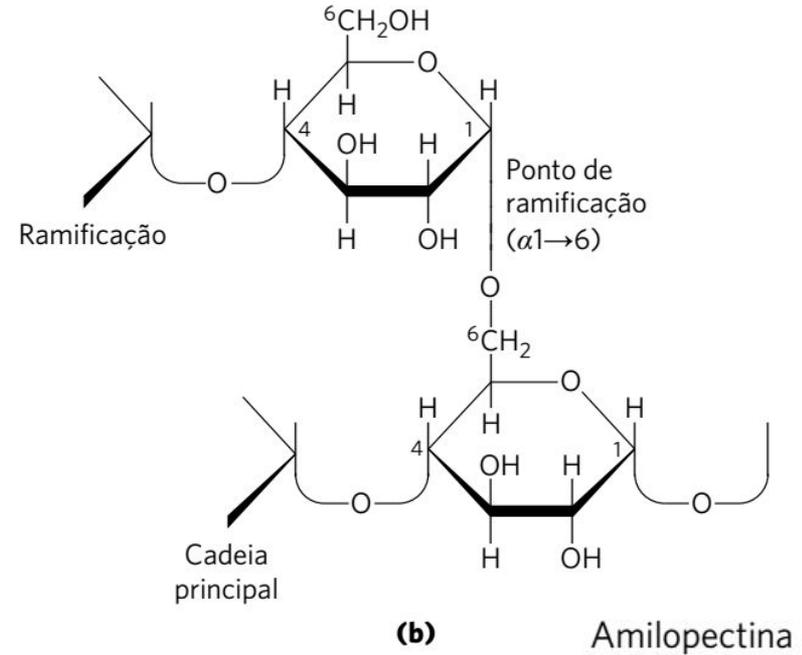
**Amilopectina** também tem massa molecular elevada, ao contrário da amilose, é altamente ramificada.

# Glicogênio

Principal polissacarídeo de armazenamento das células animais;

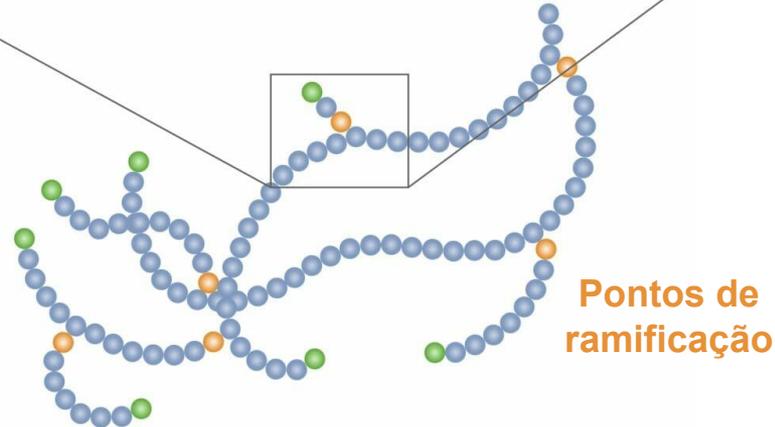
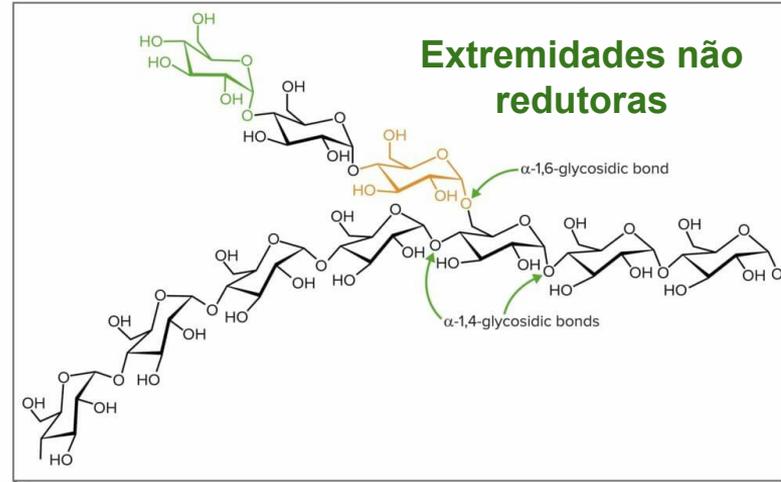
Mais abundante na musculatura esquelética e fígado;

Como a amilopectina, o glicogênio é um polímero de resíduos de glicose ligados por ligações ( $\alpha 1 \rightarrow 4$ ), com ligações ( $\alpha 1 \rightarrow 6$ ) nas ramificações; o glicogênio, porém, é mais ramificado (em média a cada 8 a 12 resíduos) e mais compacto do que o amido.



# Glicogênio

**A estrutura do glicogênio altamente ramificada permite a rápida mobilização da glicose em períodos de necessidade metabólica.**

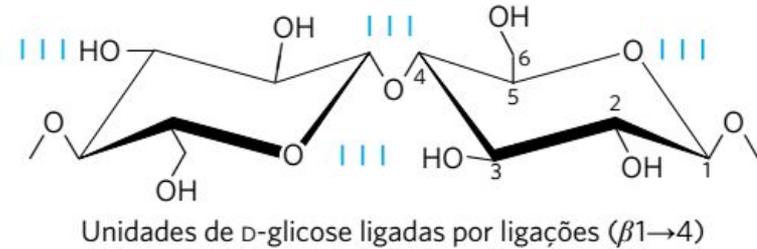


# Celulose

A celulose – substância fibrosa, resistente e insolúvel em água – é encontrada na parede celular de plantas.

Homopolissacarídeo linear e não ramificado

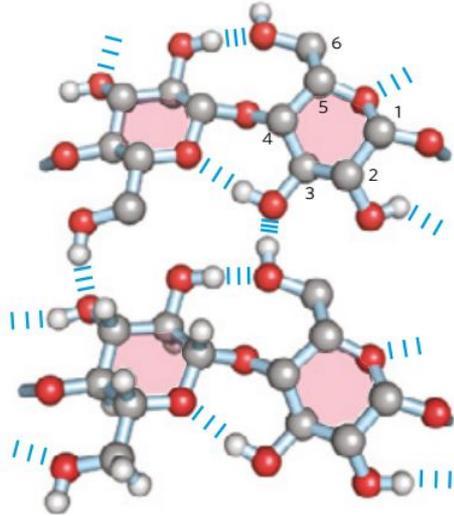
Polímero linear consistindo de 10.000 a 15.000 unidades resíduos de D-glicose unidos por ligações glicosídicas  $\beta(1\rightarrow4)$



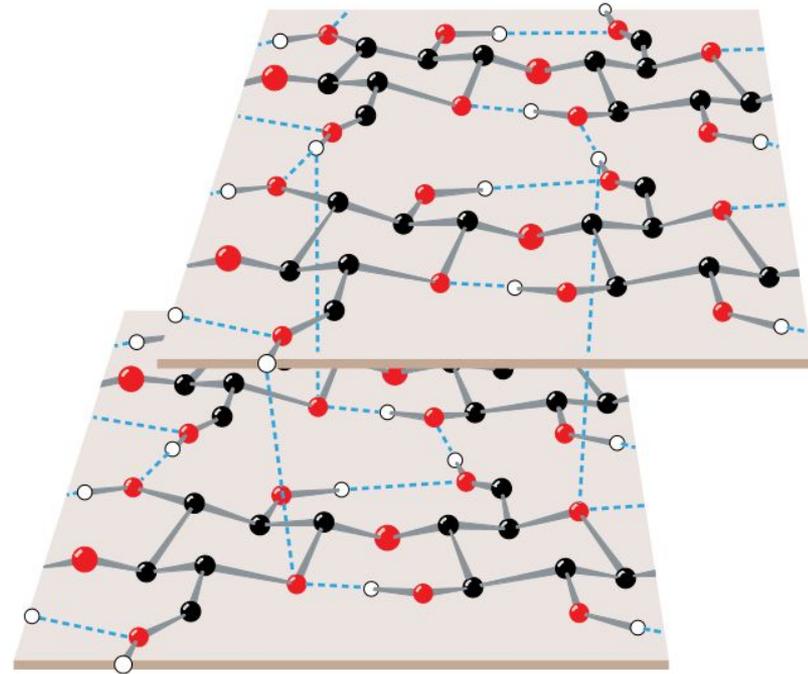
# Celulose

Estrutura altamente coesiva. Insolúveis em água;

Cadeias são unidas por ligações de H intra- e inter-moleculares;



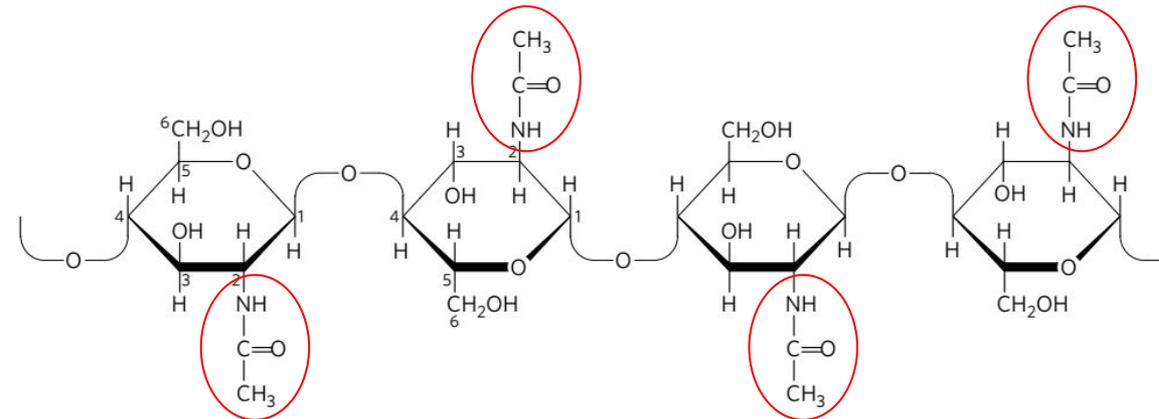
As fibras de celulose consistem em ~40 cadeias de glicano estendidas paralelas.



# Quitina

Homopolissacarídeo linear composto por resíduos de N-acetilglicosamina em ligações  $\beta 1 \rightarrow 4$ ).

A única diferença química deste polissacarídeo em relação à celulose é a substituição de um grupo hidroxila em C-2 por um grupo **amina acetilado**.

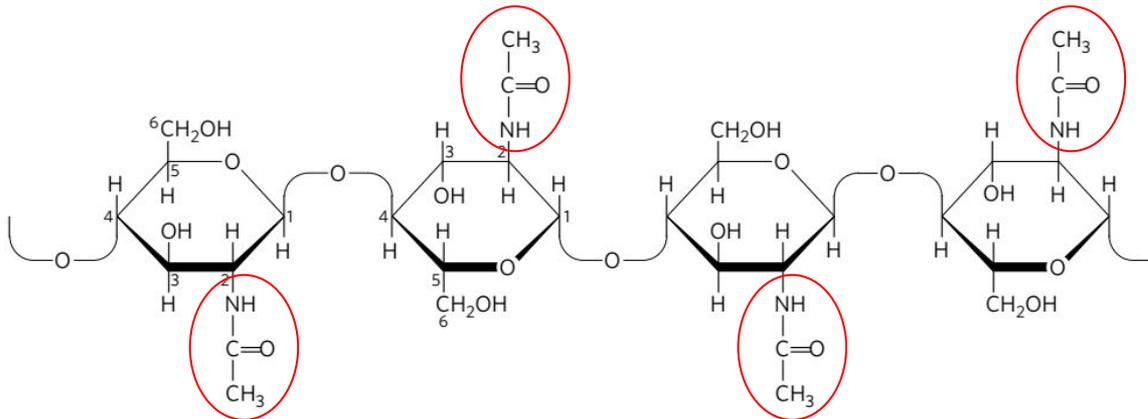


# Quitina

Homopolissacarídeo linear composto por resíduos de N-acetilglicosamina em ligações  $\beta 1 \rightarrow 4$ ).

A única diferença química deste polissacarídeo em relação à celulose é a substituição de um grupo hidroxila em C-2 por um grupo **amina acetilado**.

A quitina forma fibras longas similares às fibras da celulose e, como a celulose, não pode ser digerida por vertebrados.



# Quitina

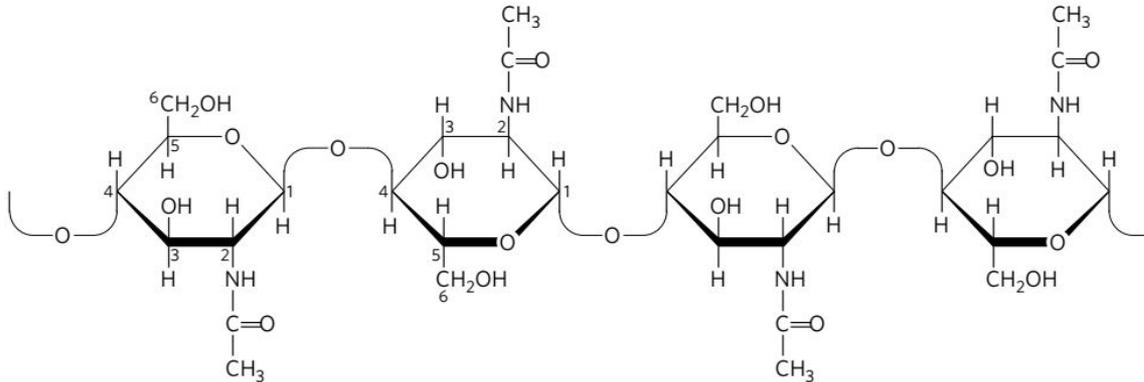
Homopolissacarídeo linear composto por resíduos de N-acetilglicosamina em ligações  $\beta 1 \rightarrow 4$ ).

A única diferença química deste polissacarídeo em relação à celulose é a substituição de um grupo hidroxila em C-2 por um grupo amina acetilado.

A quitina forma fibras longas similares às fibras da celulose e, como a celulose, não pode ser digerida por vertebrados.



A quitina é o principal componente dos exoesqueletos duros dos artrópodos (insetos, lagostas e caranguejos)



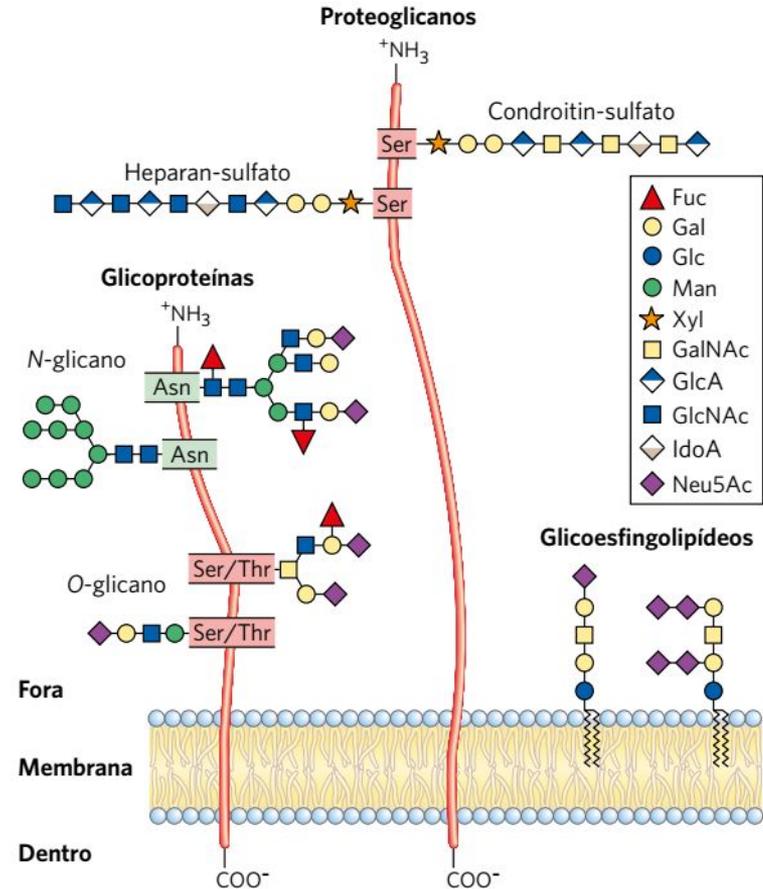
# Glicoconjugados

Os polissacarídeos e os oligossacarídeos são transportadores de informação.

Comunicação entre as células e a matriz extracelular circundante

Marcam proteínas para o transporte e a localização em organelas específicas, ou para degradação

Atuam como pontos de reconhecimento para moléculas de sinalização extracelulares (p. ex., fatores de crescimento) ou parasitas extracelulares (bactérias e vírus).



# Lipídios

Os lipídios constituem um grupo heterogêneo de compostos incluindo:

- Gorduras
- Óleos
- Esteróides
- Ceras



# Lipídios

---

Possuem uma propriedade comum de ser

- Insolúveis em água
- Solúveis em solvente não-polares (éter e clorofórmio)

# Lipídios

---

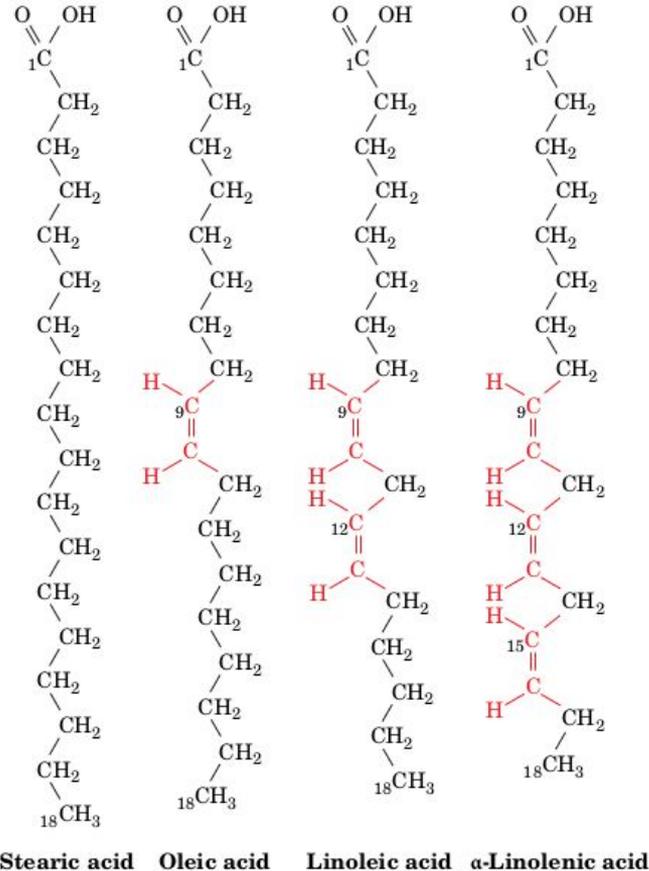
São classificados de acordo com características estruturais e funcionais:

- **Lipídios estruturais:** componentes das membranas celulares (por exemplo, fosfolipídios, esfingolipídios).
- **Armazenamento de lipídios:** armazenamento de energia (por exemplo, triacilgliceróis).
- **Lípidos de sinalização:** envolvidos na comunicação dentro e entre as células (por exemplo, hormônios esteróides).
- **Lipídios protetores:** previnem a perda de água e fornecem barreiras (por exemplo, ceras, cutina nas plantas).

# Lipídios

Observem a estrutura:

O que chama mais a atenção?

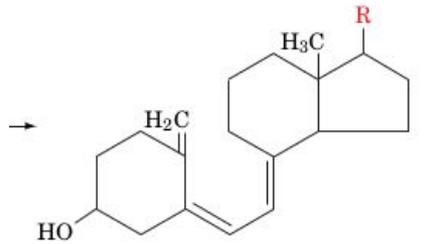


# Lipídios

## Esteróides

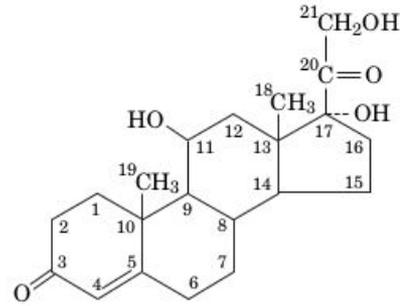
Observem a estrutura:

O que chama mais a atenção?

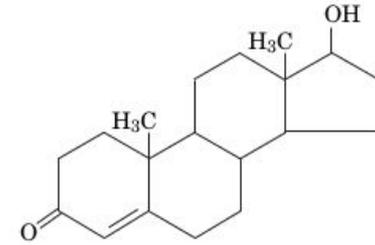


**R = X** Vitamin D<sub>3</sub> (cholecalciferol)

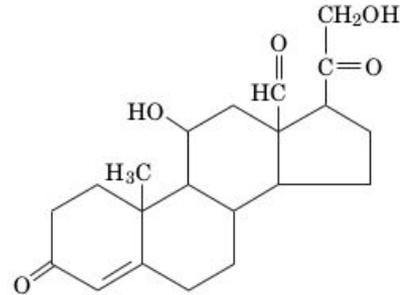
**R = Y** Vitamin D<sub>2</sub> (ergocalciferol)



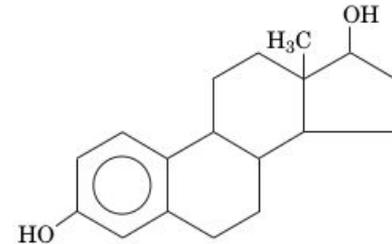
**Cortisol (hydrocortisone)**  
(a glucocorticoid)



**Testosterone**  
(an androgen)



**Aldosterone**  
(a mineralocorticoid)



**β-Estradiol**  
(an estrogen)

# Proteínas

Dentre as macromoléculas:

- Ácidos nucleicos
- Carboidratos
- Lipídios
- **Proteínas**

**Table 7.1** Approximate composition of cells. The numbers given are weight percent

Component	Bacterial cell	Mammalian cell
Water	70	70
<i>Small molecules</i>		
Inorganic ions	1	1
Small metabolites	3	3
<i>Macromolecules</i> <span style="color: blue;">&gt;55%</span>		
Protein	15	18
RNA	6	1.1
DNA	1	0.25
Phospholipids	2	3
Other lipids	0	2
Polysaccharides	2	
Total volume ( $\mu\text{m}^3$ )	2	4000
Relative size	1	2000

From Ref. [7].

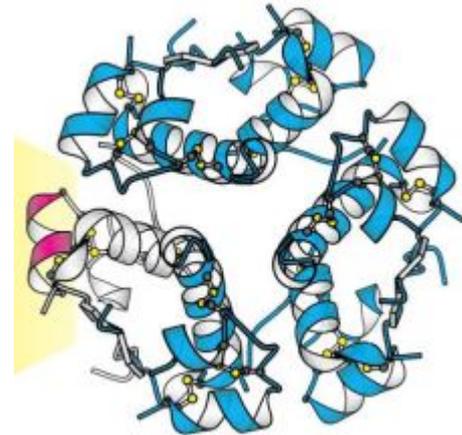
# Proteína: importância e função

- Catálise enzimática;
- Transporte de nutrientes;
- Movimento;
- Suporte mecânico;
- Proteção imune;
- Sinalização intra e extracelular.

Diversidade Funcional



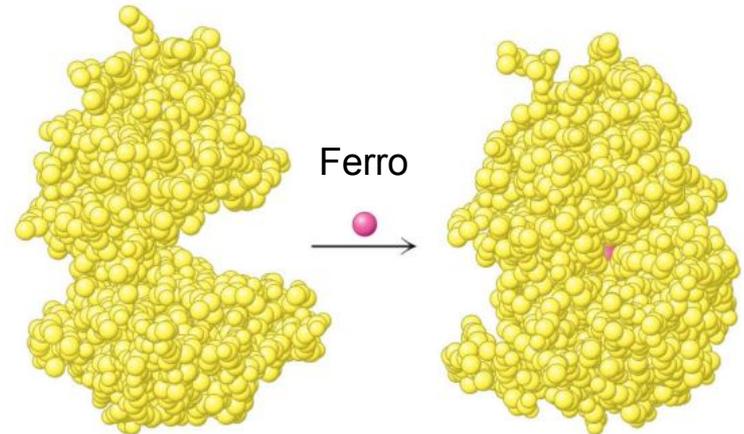
Variabilidade estrutural  
Estrutura Tridimensional (3D)



# Propriedade das proteínas

- Polímeros de aminoácidos;
- Contém múltiplos grupos funcionais (grupos reativos);
- Podem interagir entre elas formando estruturas complexas;
- Varia em estabilidade e flexibilidade.

Lactoferrina (leite de mamíferos) modulação do sistema imune.



# Aminoácidos com grupos R apoláres, alifáticos

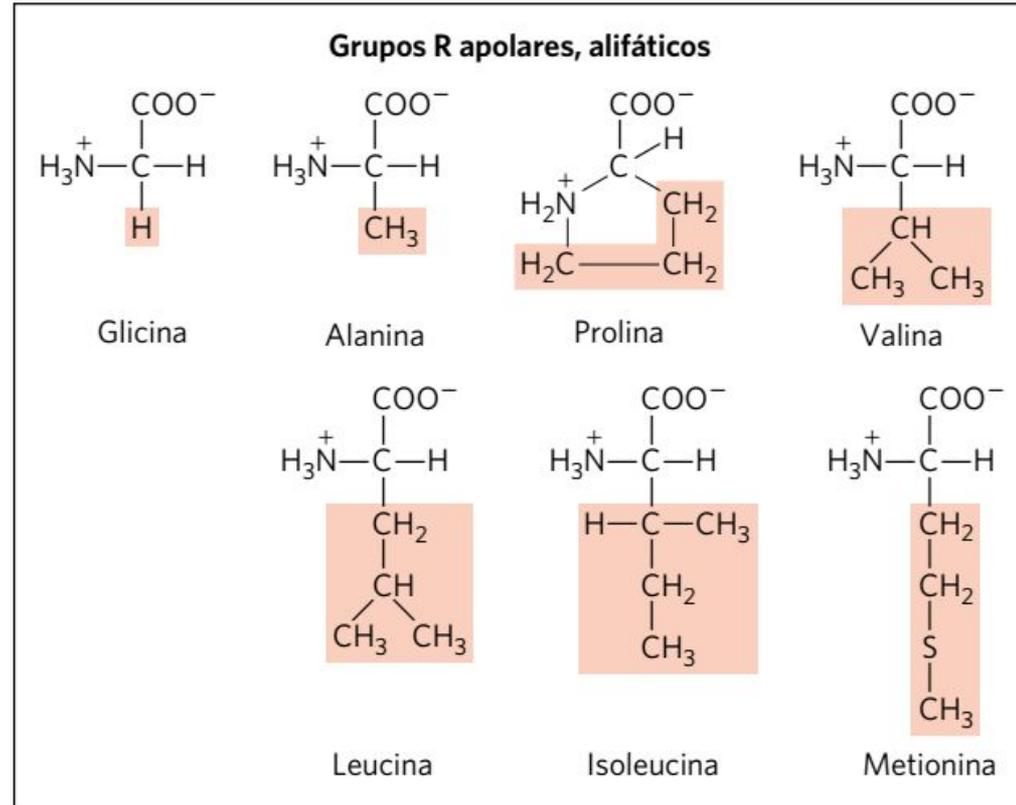
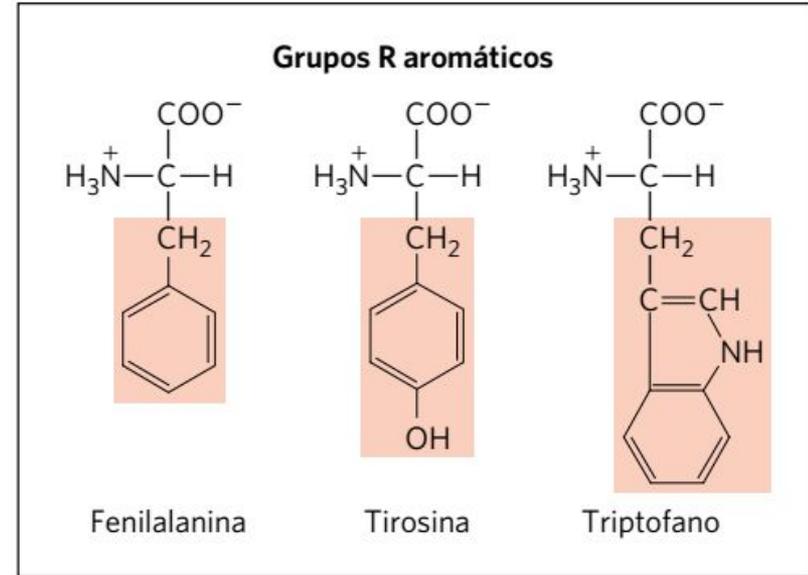


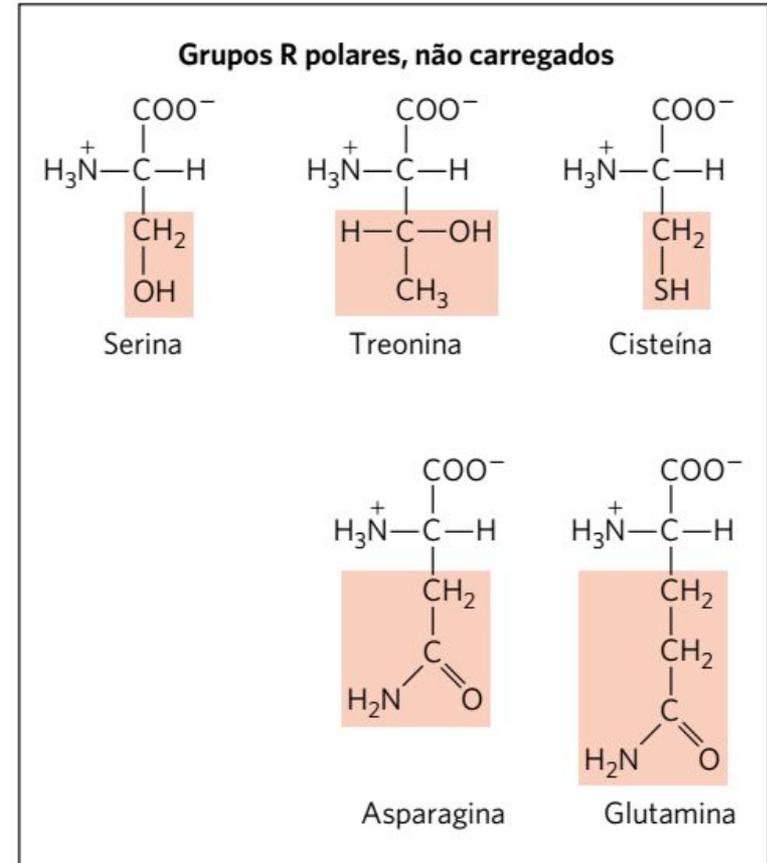
Figura 3.5 - Lehninger, 7ª edição.

# Aminoácidos com grupos R aromáticos

Fenilalanina, tirosina e triptofano: apresentam cadeia aromática (anel benzênico) e são levemente apolares.

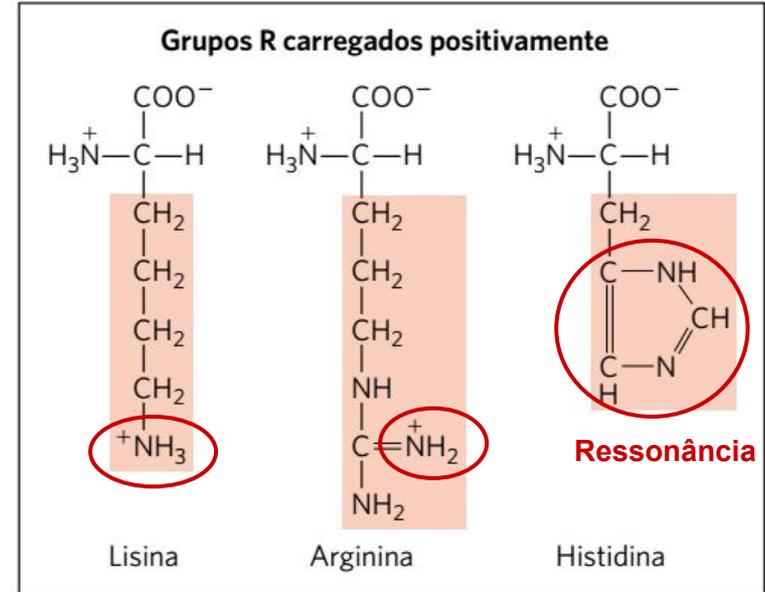


# Aminoácidos polares com grupos R não carregados



# Aminoácidos polares carregados positivamente

Em pH 7 apresentam **carga positiva** e estão dentre os mais hidrofílicos.

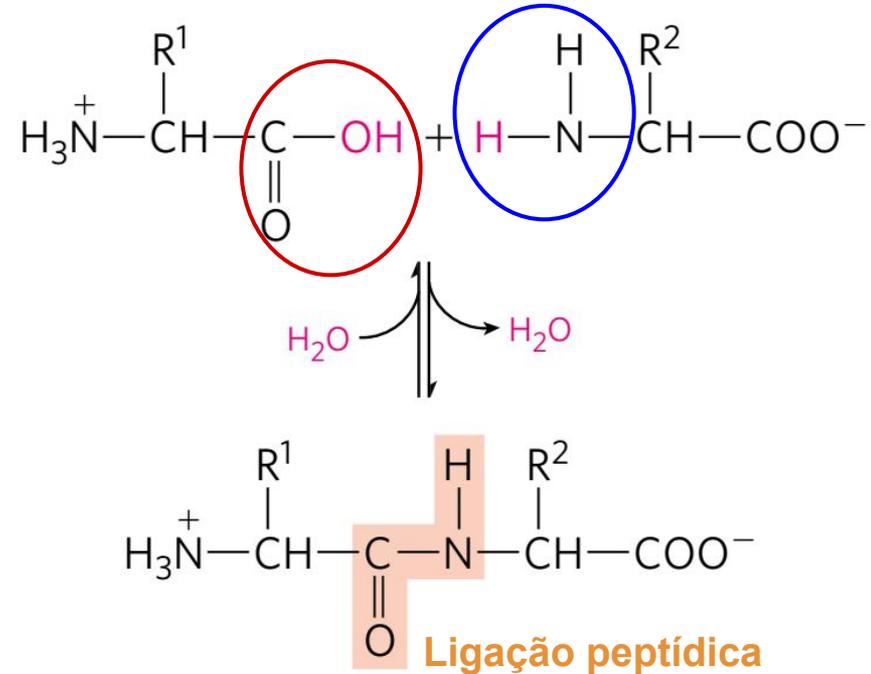


# Ligações peptídicas

Duas moléculas de aminoácidos podem ser ligadas por ligação covalente por meio de uma ligação entre o **grupo amino** e a **hidroxila do grupo carboxílico**.

amida substituída, denominada **ligação peptídica**, produzindo, assim, um dipeptídeo.

- Biossíntese de ligações peptídicas requer **gasto** de energia;
- Ligação covalente altamente estável, hidrólise em água lenta (~1000 anos).

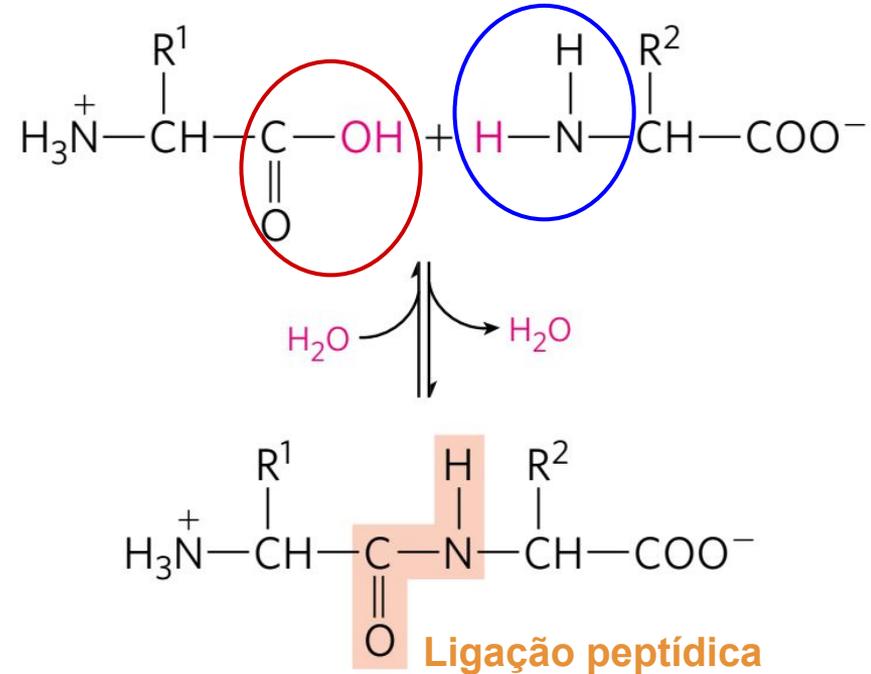


# Ligações peptídicas

Duas moléculas de aminoácidos podem ser ligadas por ligação covalente por meio de uma ligação entre o **grupo amino** e a **hidroxila do grupo carboxílico**.

amida substituída, denominada **ligação peptídica**, produzindo, assim, um dipeptídeo.

- Biossíntese de ligações peptídicas requer **gasto** de energia;
- Ligação covalente altamente estável, hidrólise em água lenta (~1000 anos).



# Visão geral

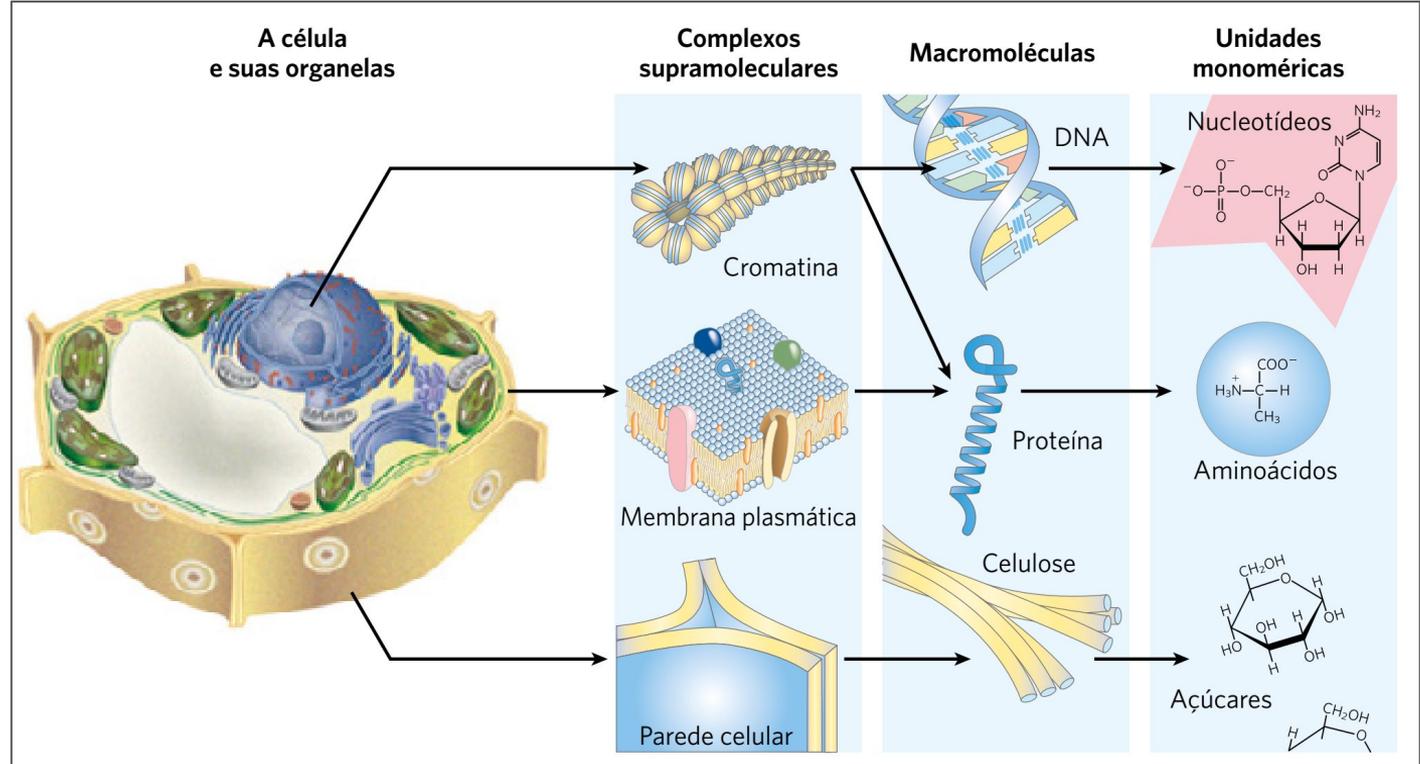
## Extração

Separação

Marcação

Quantificação

Visualização



---

# Extração

# Solubilidade

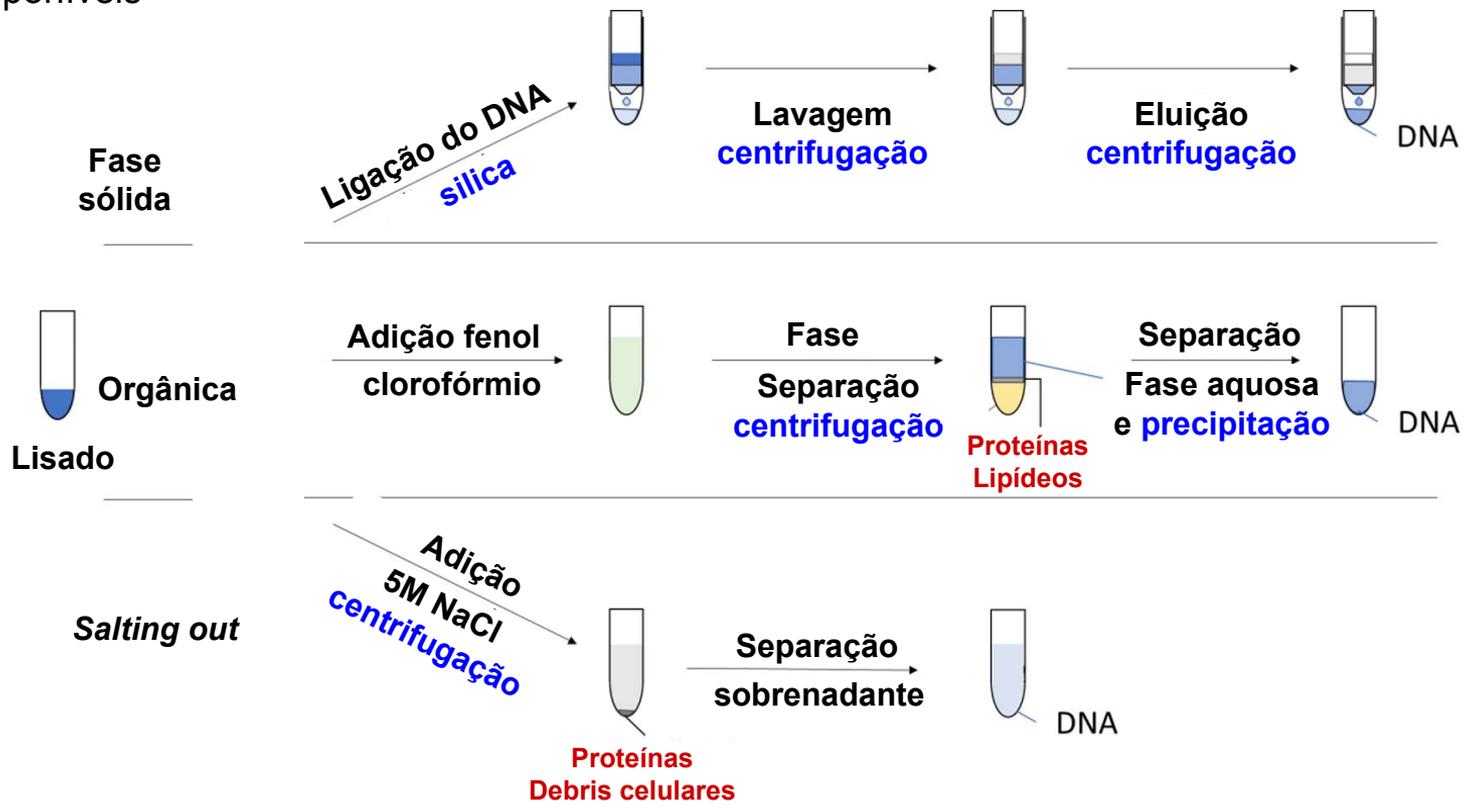
---

Três tipos de interações intermoleculares estão envolvidas na formação da solução:

1. As interações soluto-soluto entre partículas de soluto devem ser superadas para dispersar o partículas de soluto através do solvente.
2. As interações solvente-solvente entre partículas de solvente devem ser superadas para fazer espaço para as partículas de soluto no solvente.
3. As interações solvente-soluto entre o solvente e as partículas de soluto ocorrem como o par mistura de tiques.

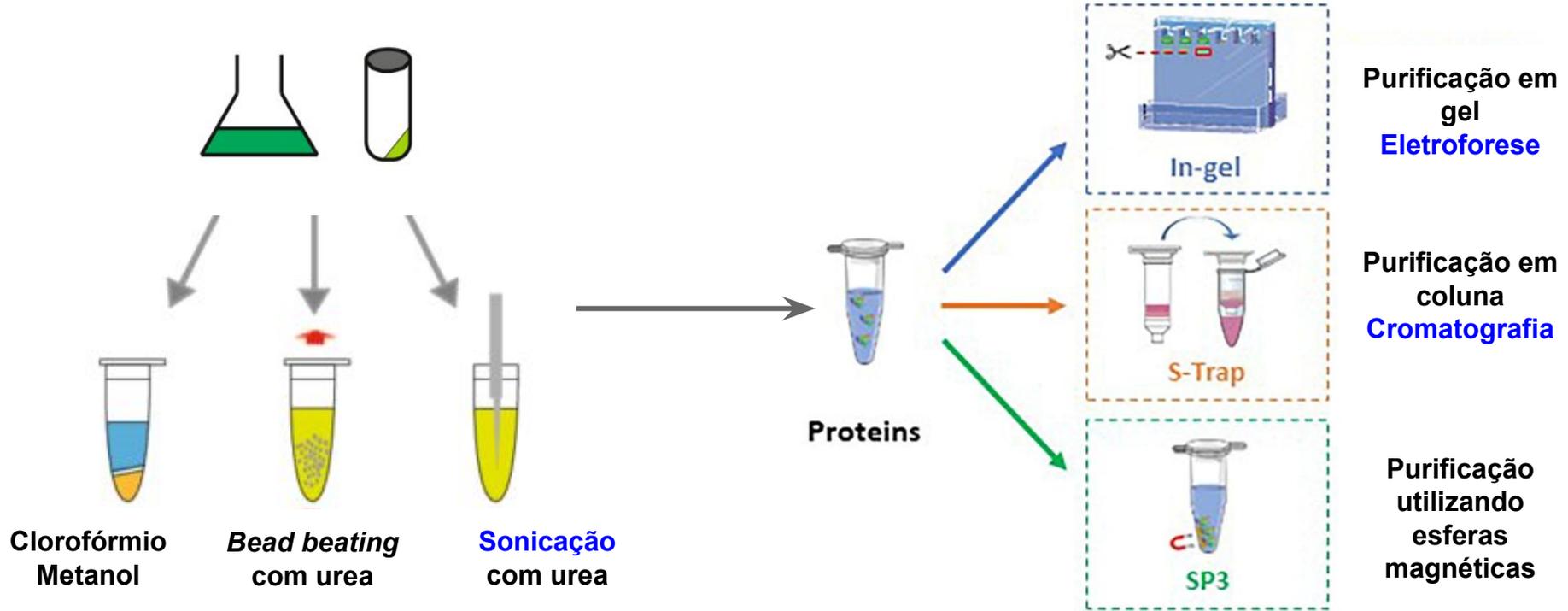
# Extração DNA

Diversos métodos disponíveis

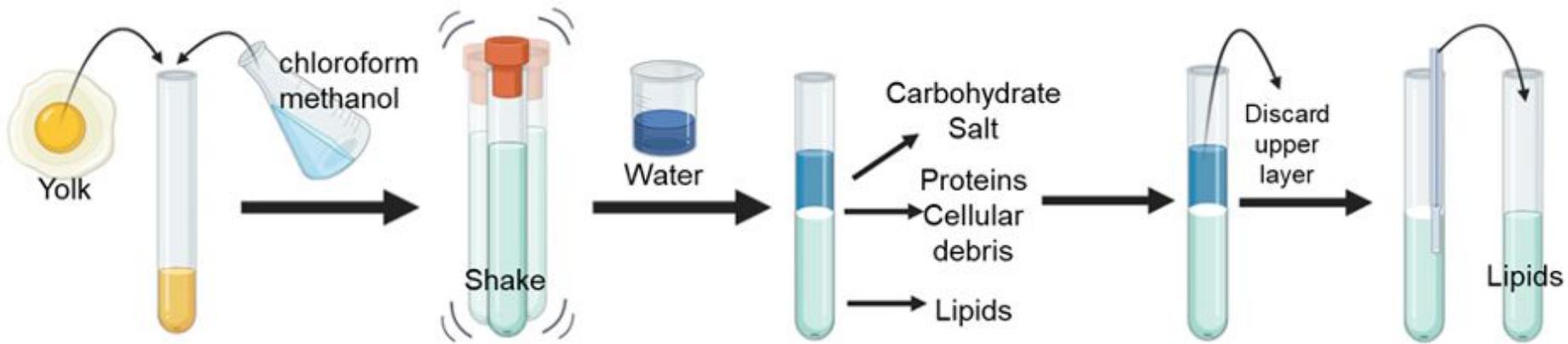


# Extração Proteínas

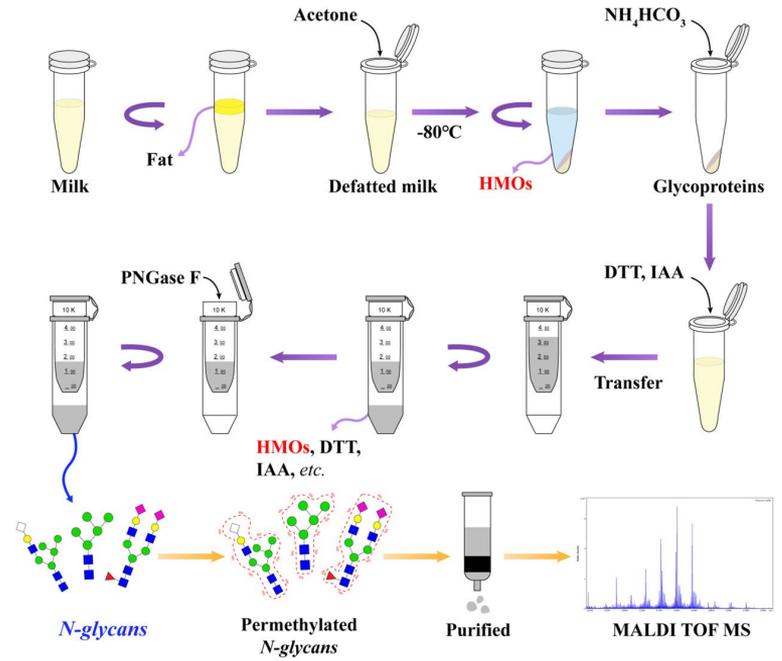
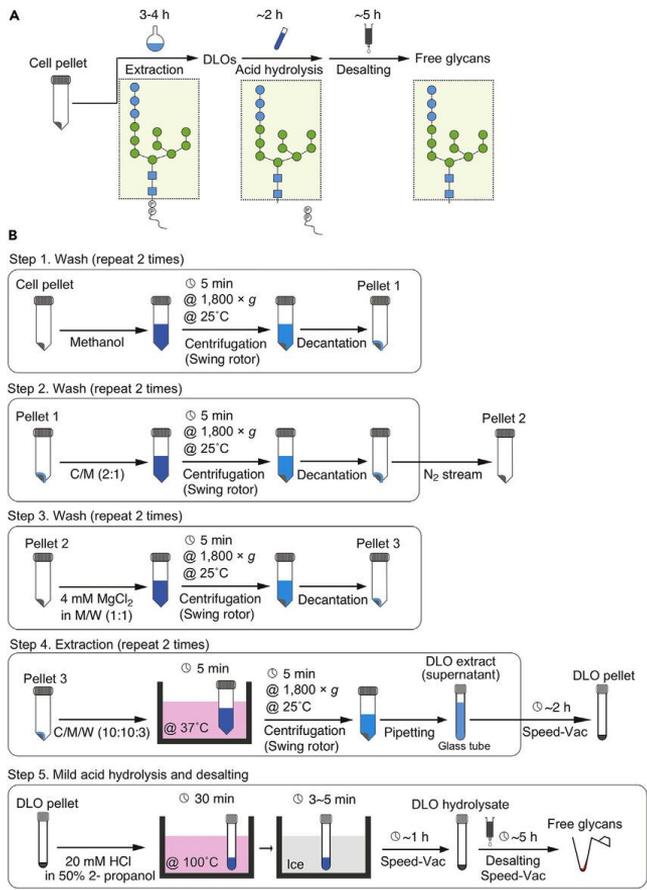
Diversos métodos disponíveis: Proteínas citoplasmáticas e Proteínas de membrana



# Extração Lipídeos



# Extração carboidratos



# Aula Prática

---

# Aula Prática - Extração DNA de *Escherichia coli*

---