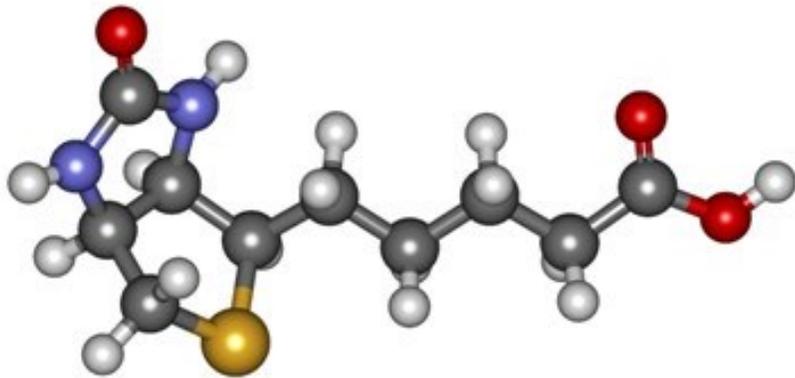


LGN0114 – Biologia Celular

**Os componentes químicos
celulares: ácidos nucleicos,
proteínas, carboidratos e lipídeos**



Aula 3

Antonio Figueira
figueira@cena.usp.br

O que é a vida?

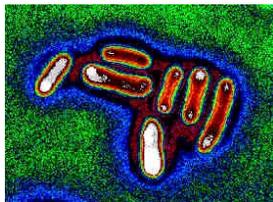
O que é a vida?

Sistema altamente regulado de
replicação e manutenção
de macromoléculas

Células são constituídas por vários tipos de biomoléculas com funções específicas que interagem entre si

Os organismos vivos utilizam os mesmos tipos de moléculas para assegurar o seu metabolismo, mas cada espécie possui um conjunto específico de ácidos nucleicos e proteínas responsáveis pela sua **identidade**

Bactérias



Algas



Fungos



Plantas



Animais



Constituintes Moleculares da Célula

- Células contêm compostos orgânicos
 - Estruturalmente definidos por átomos de **carbono**

Elementos químicos mais frequentes na célula (90%):

elemento	
Carbono	C
Hidrogênio	H
Oxigênio	O
Nitrogênio	N

Elementos químicos menos frequentes na célula (10%):

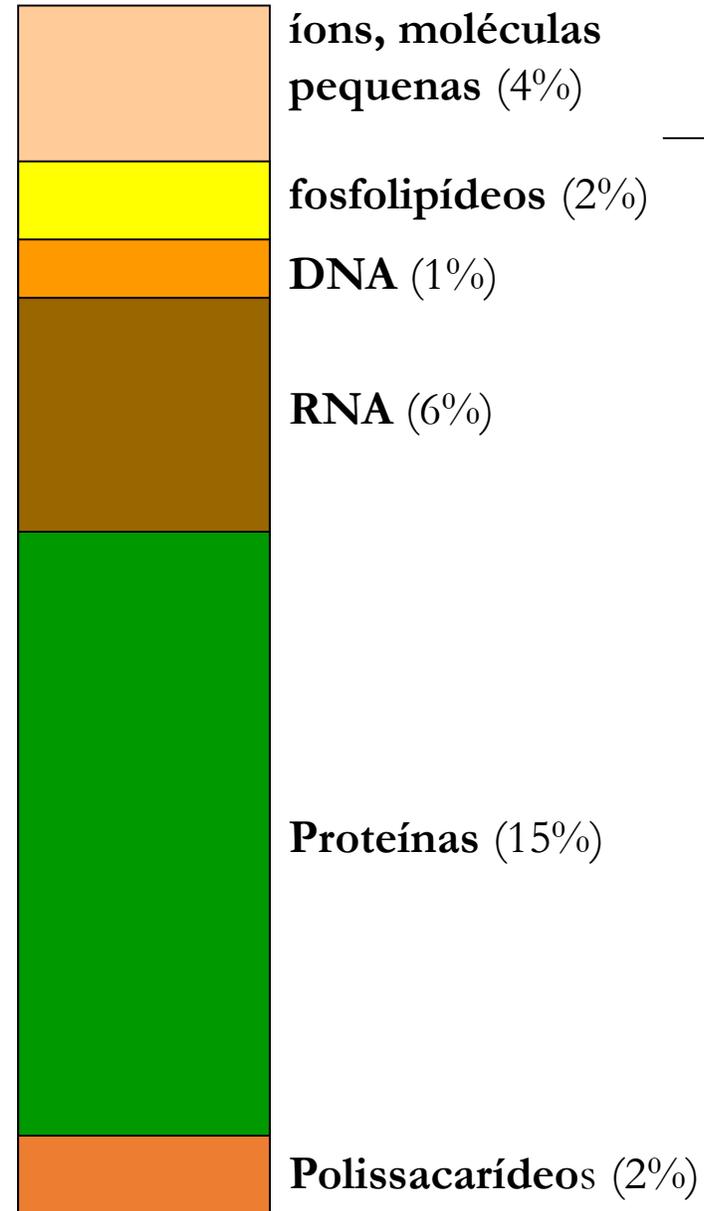
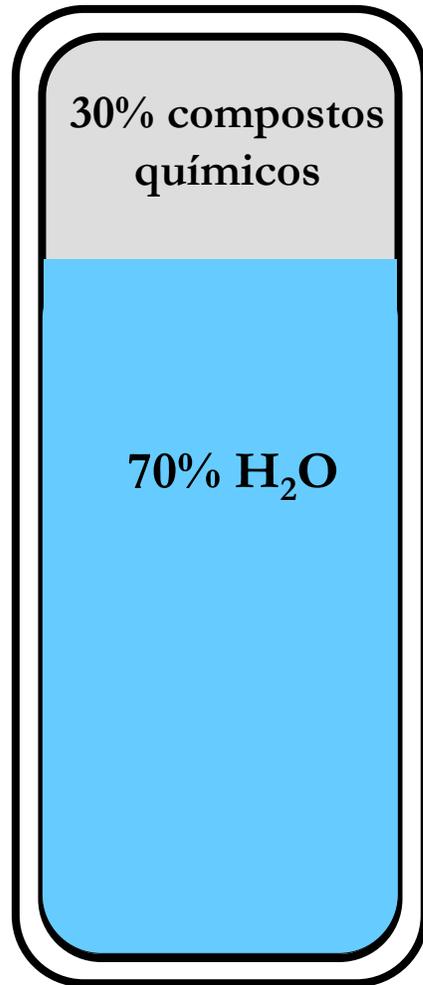
elemento	
Sódio	Na
Magnésio	Mg
Fósforo	P
Enxofre	S
Cloro	Cl
Potássio	K
Cálcio	Ca

Moléculas de alto peso = **macromoléculas**



Diversidade de tamanho e composição

Célula bacteriana



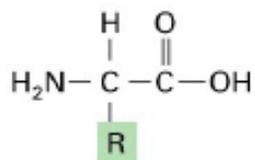
MACROMOLÉCULAS

Organização molecular da célula

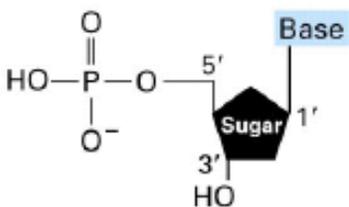
Biopolímeros - constituídos de monômeros (unidades básicas)

- variação em estrutura e função
- **Ácidos nucleicos: DNA** (A C G T) **RNA** (A C G U)
- **Proteínas:** aminoácidos - 20 tipos
- **Polissacarídeos:** monossacarídeos (açúcares)
- **Lipídeos:** ácidos graxos + glicerol
(Ao contrário das demais, os lipídios não são polímeros, isto é, não são repetições de uma unidade básica)
- **Polímeros complexos:**
 - lipoproteínas, glicoproteínas, nucleoproteínas, proteoglicanas

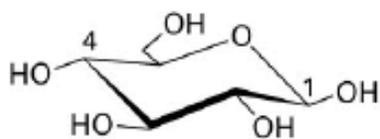
MONÔMEROS



Aminoácido

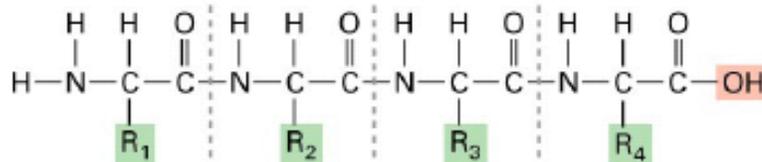


Nucleotídeo

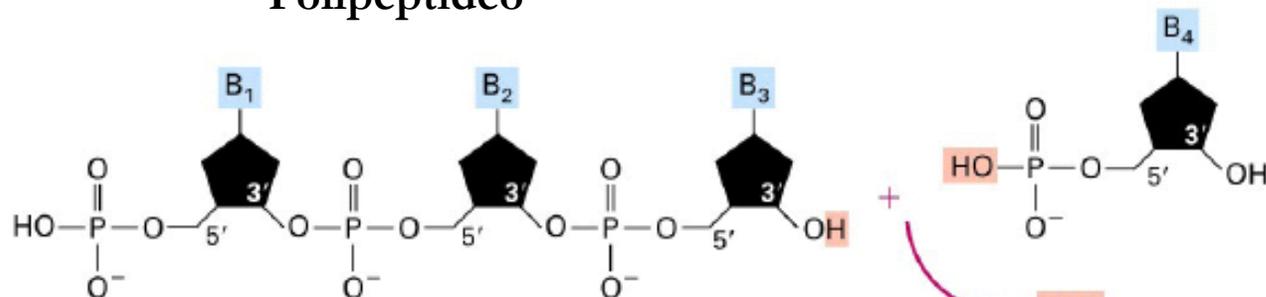


Monossacarídeo

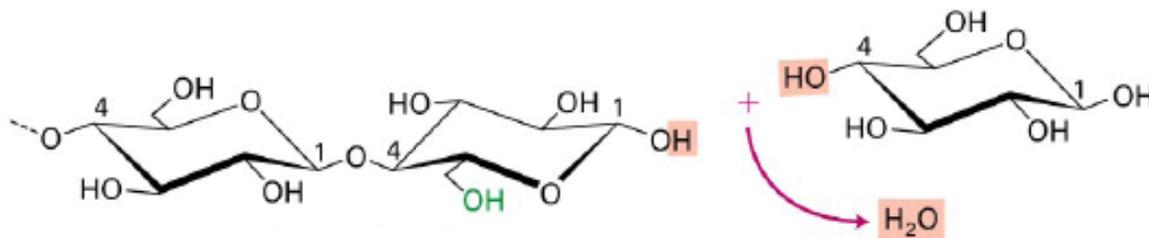
POLÍMEROS



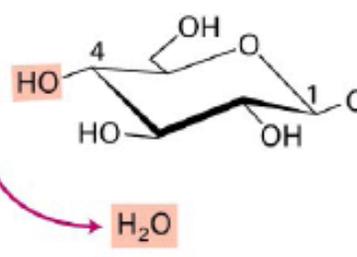
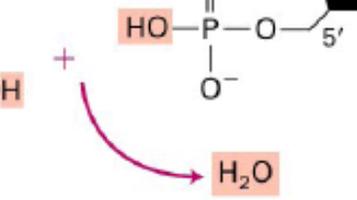
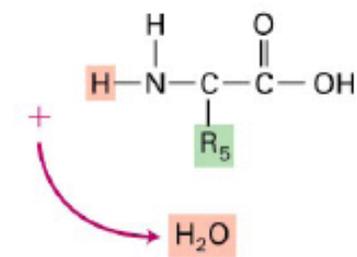
Polipeptídeo



Ácido nucleico



Polissacarídeo



Organização molecular da célula

ÁGUA - principal componente da célula

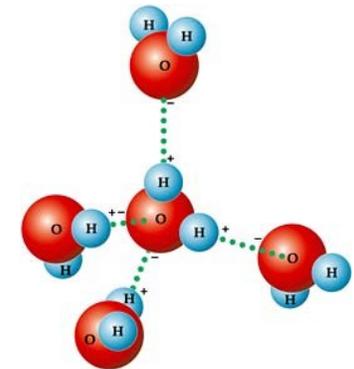
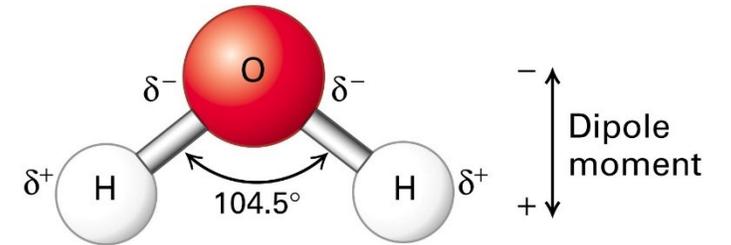
- molécula assimétrica - H-O-H - $104,5^\circ$
- molécula polar - dipolo
- excelente solvente
- polímeros celulares:

grupamentos polares = hidrofílicos

ex. -COOH, -COH, -OH, -SO₄, -PO₄

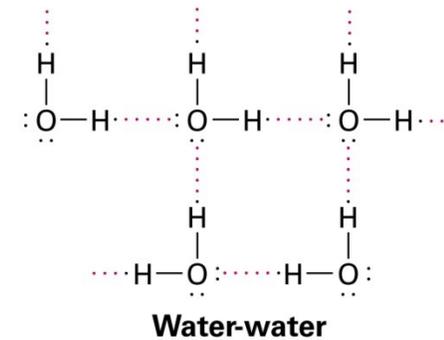
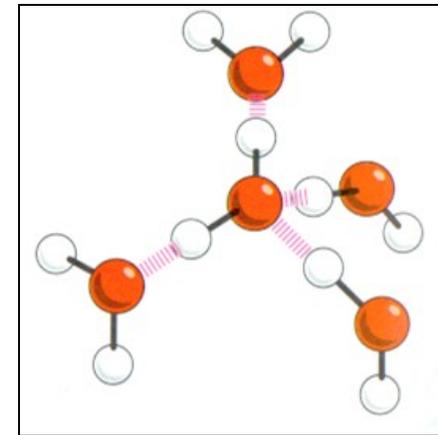
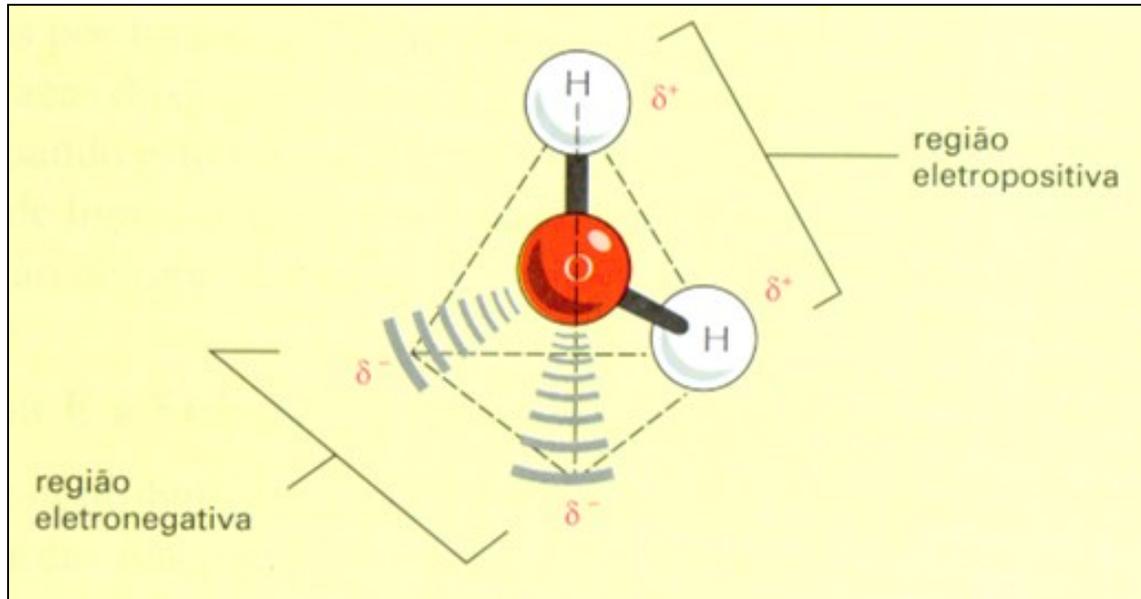
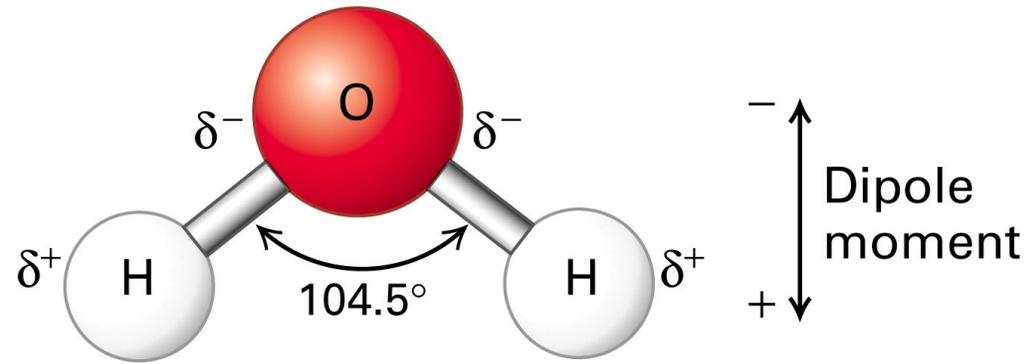
grupamentos apolares = hidrofóbicos

ex. óleos, ácidos graxos



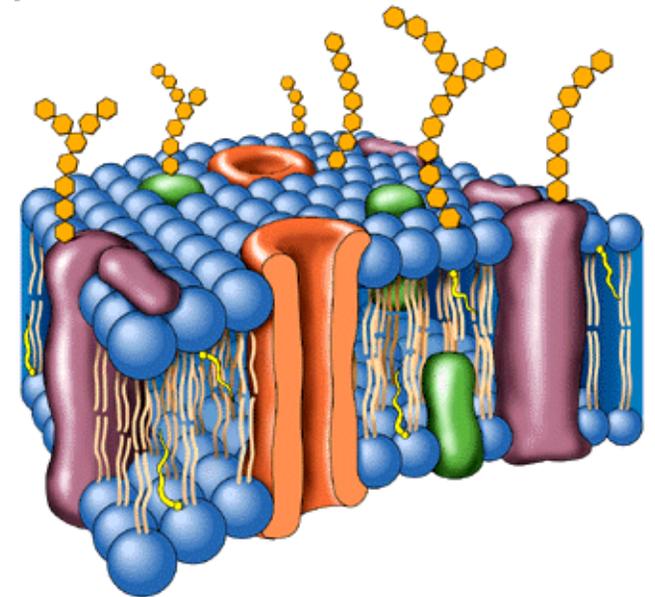
H₂O

Solvente
Universal

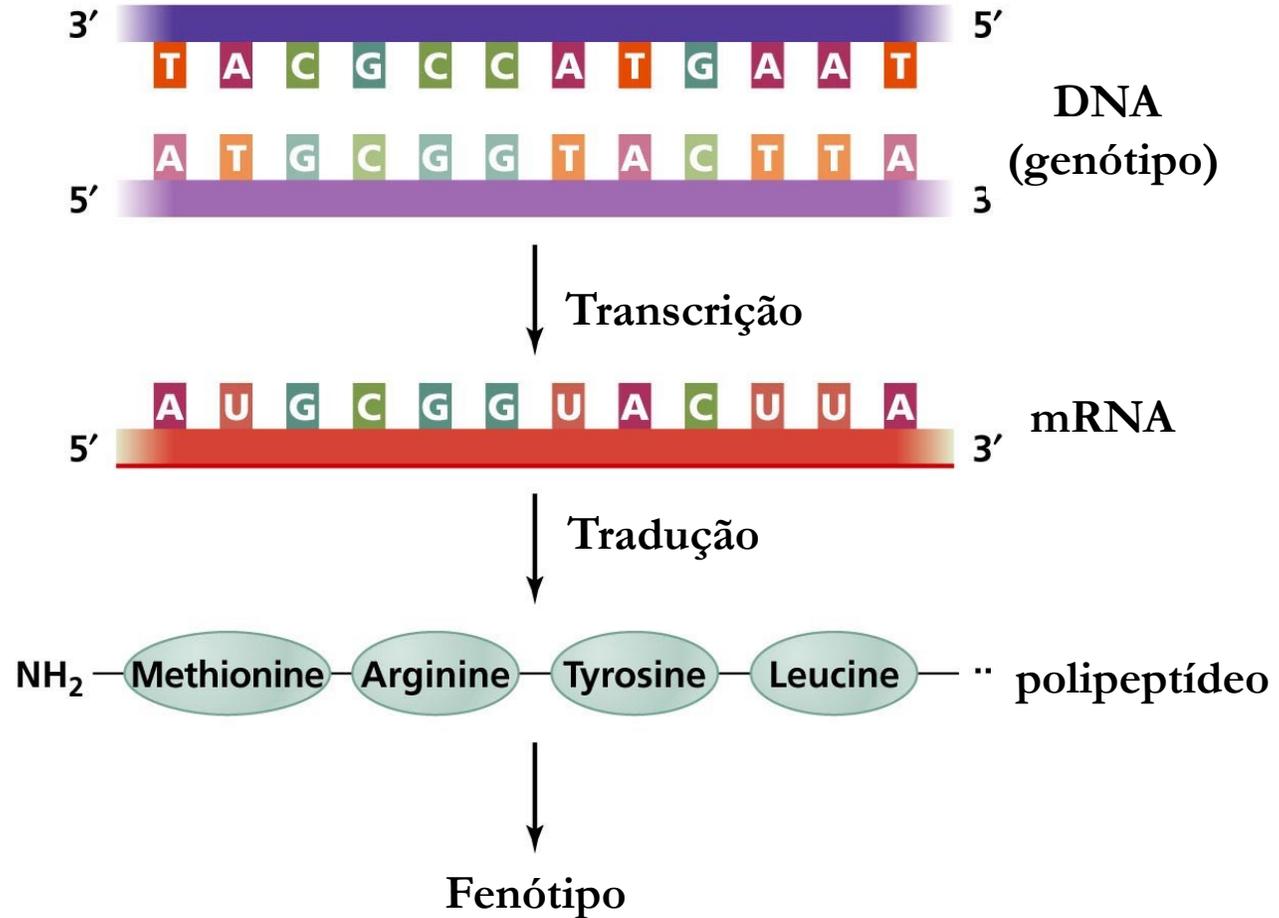


Organização molecular da célula

- **Polímeros hidrofílicos**
 - ex. ácidos nucleicos, carboidratos, proteínas
- **Polímeros hidrofóbicos**
 - ex. lipídeos, algumas proteínas
- **Anfipáticos: combinação no mesmo polímero**
 - ex. proteínas de membrana



Dogma Central da Biologia



Ácidos Nucléicos

Polímeros de nucleotídeos

- Moléculas de informação genética - DNA
- Síntese de macromoléculas -RNA (mRNA, tRNA, rRNA)

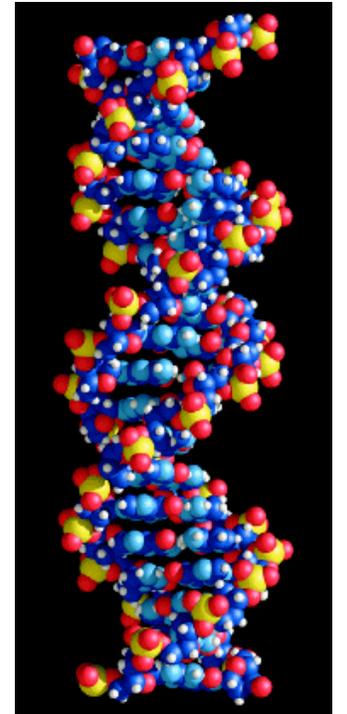
Componentes: base nitrogenada, pentose e ligação fosfodiéster

Pentose:

- desoxirribose -DNA
- ribose -RNA

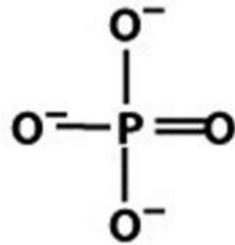
Bases nitrogenadas:

- Purinas: adenina (A) e guanina (G)
- Pirimidinas: DNA - timina (T) e citosina (C)
RNA - uracila (U) e citosina (C)



Componentes dos Nucleotídeos

(1)
Um
grupo
fosfato:

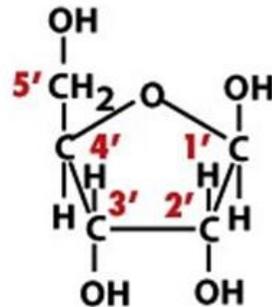


Carbono 5'

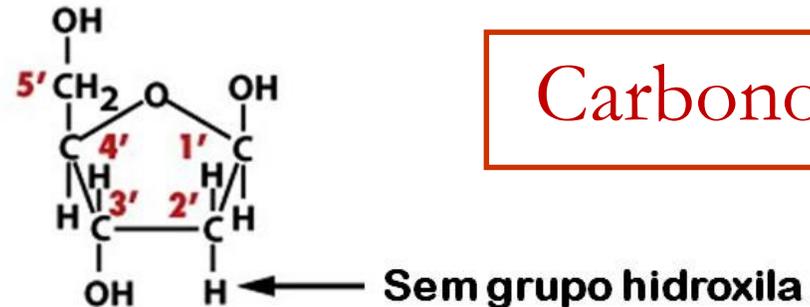
Nucleotídeo sem fosfato é nucleosídeo!!!

(2)
pentoses
(açúcares
de 5
carbonos)

(a) RNA:
Ribose



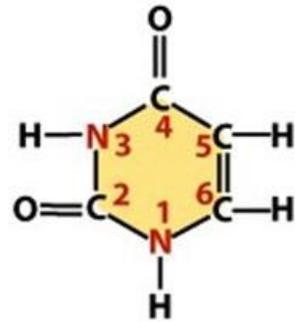
(b) DNA:
2-Desoxirribose



Carbono 2'

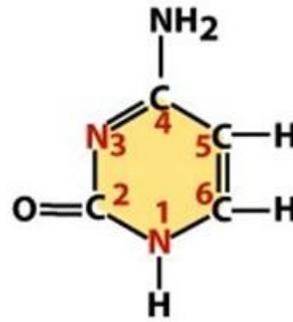
(3)
Uma base
cíclica
contendo
Nitrogênio

(a) RNA

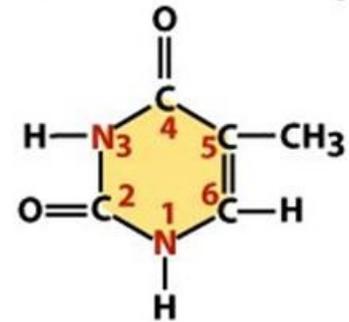


Uracila

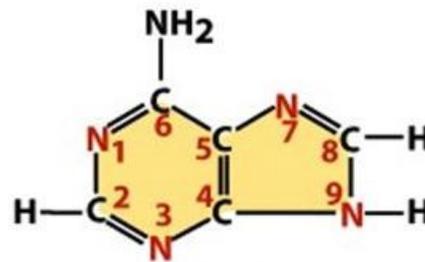
(b) DNA e RNA (c) DNA



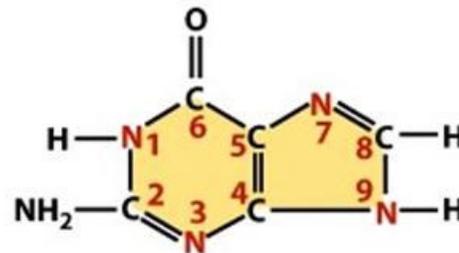
Citosina



Timina

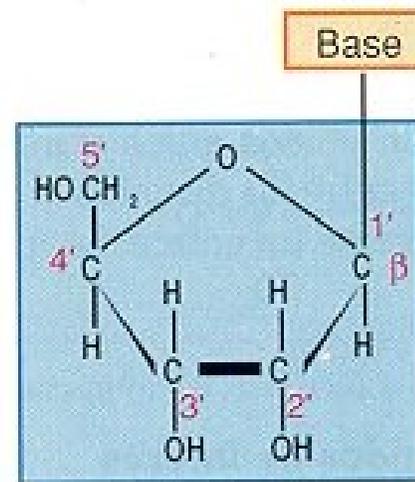
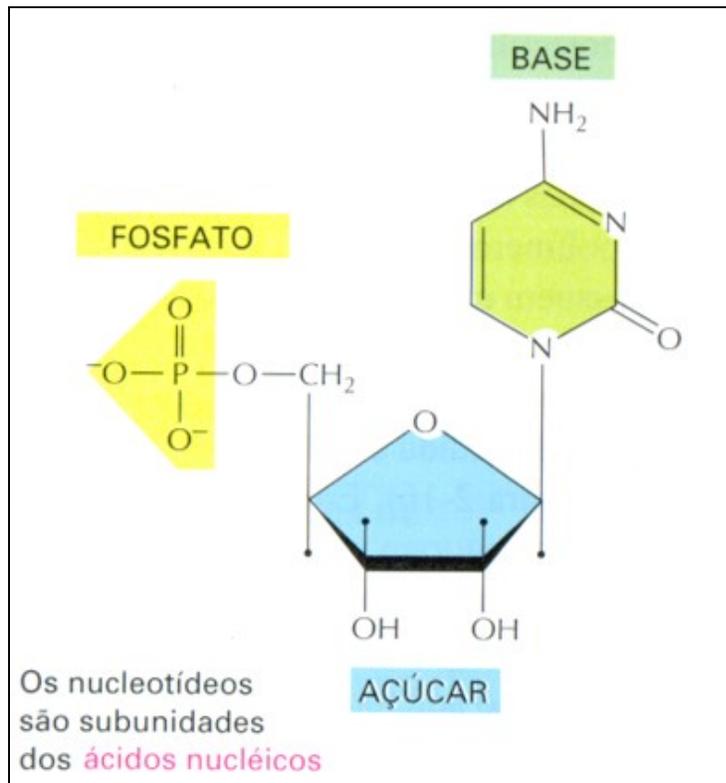


Adenina

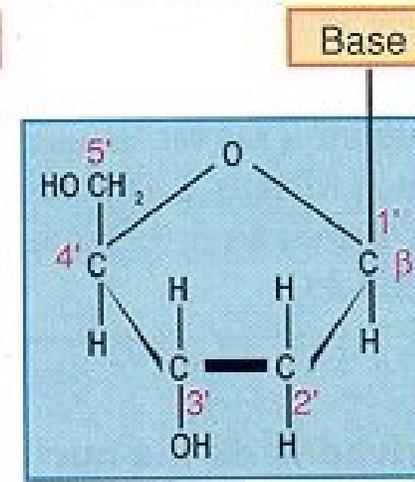


Guanina

Purinas: A, G
Pirimidinas: U, T, C



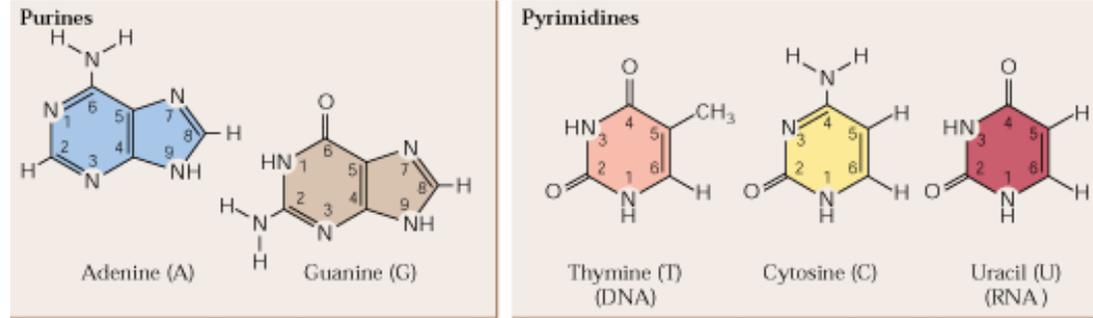
β -D-Ribose



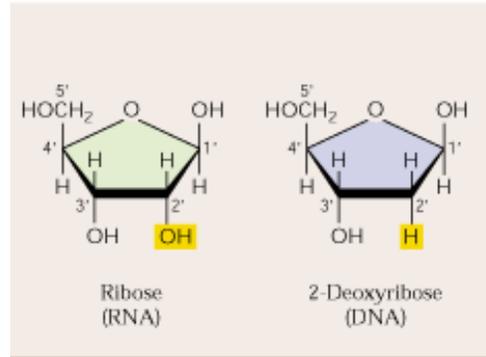
β -D-Desoxirribose

Numeração de átomos

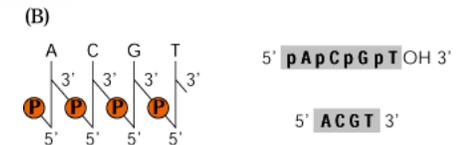
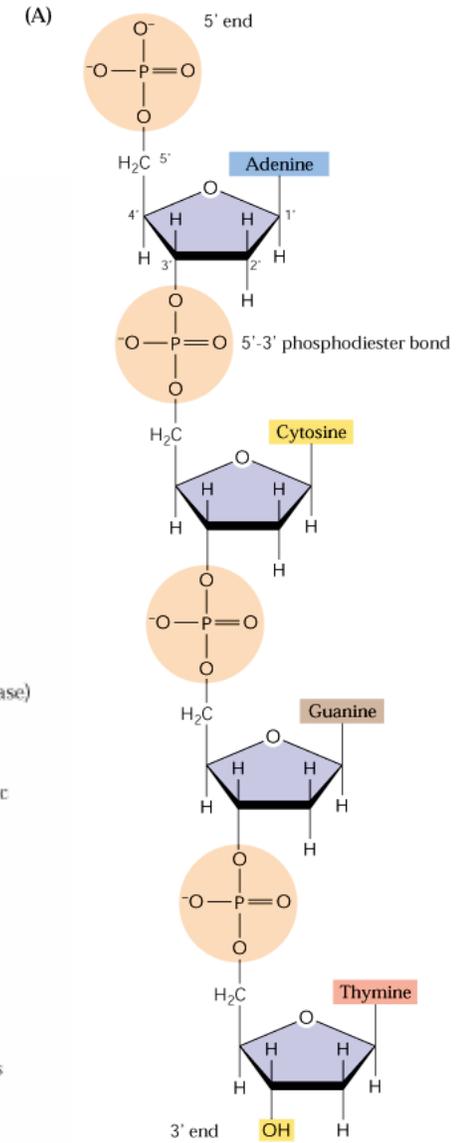
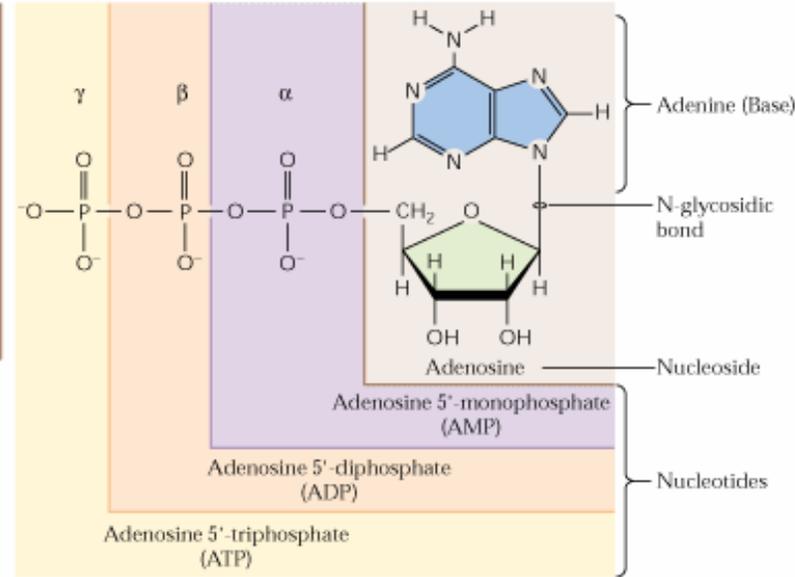
(A) Bases



(B) Pentose sugars



(C) A ribonucleotide (ribonucleoside phosphate)

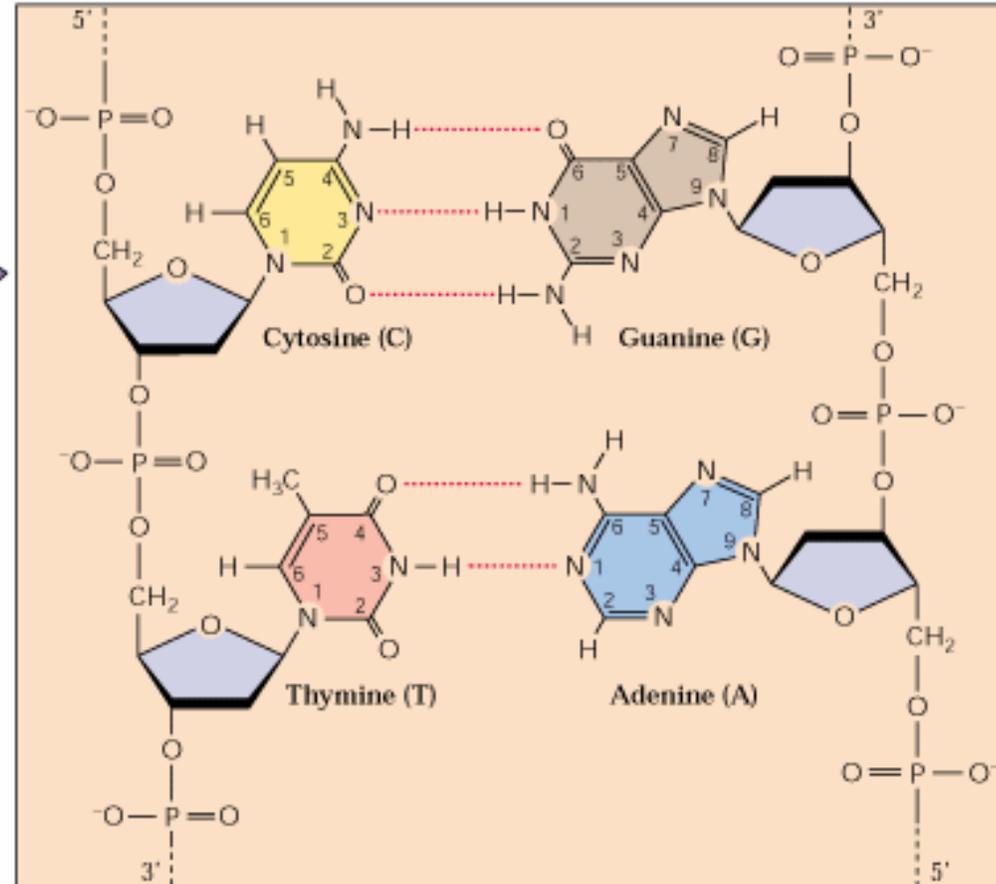
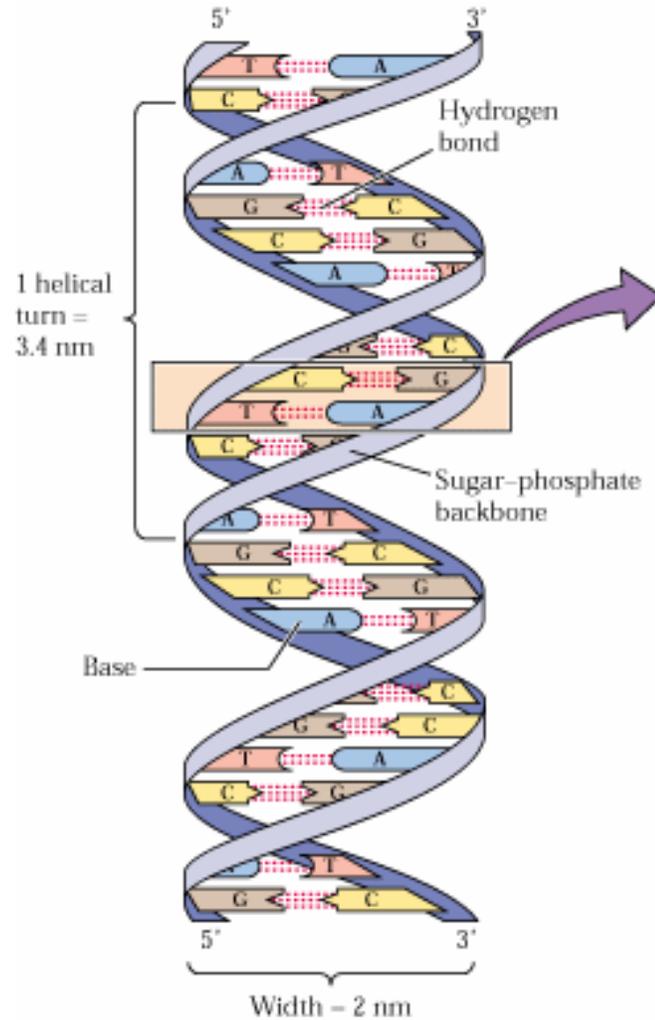


Ácidos Nucleicos - DNA

- **DNA:** armazenamento e transmissão de genes
- Cromossomos (núcleo), mitocôndria e cloroplastos
- Duas cadeias em hélice em direções opostas - anti-paralelas = ambas em sentido 5' -> 3'
- Fita dupla
- Bases complementares ligadas por pontes de hidrogênio A-T (2) e G-C (3)

- Bases hidrofóbicas - internas
- Grupos fosfatos e pentose hidrofílicos - externos

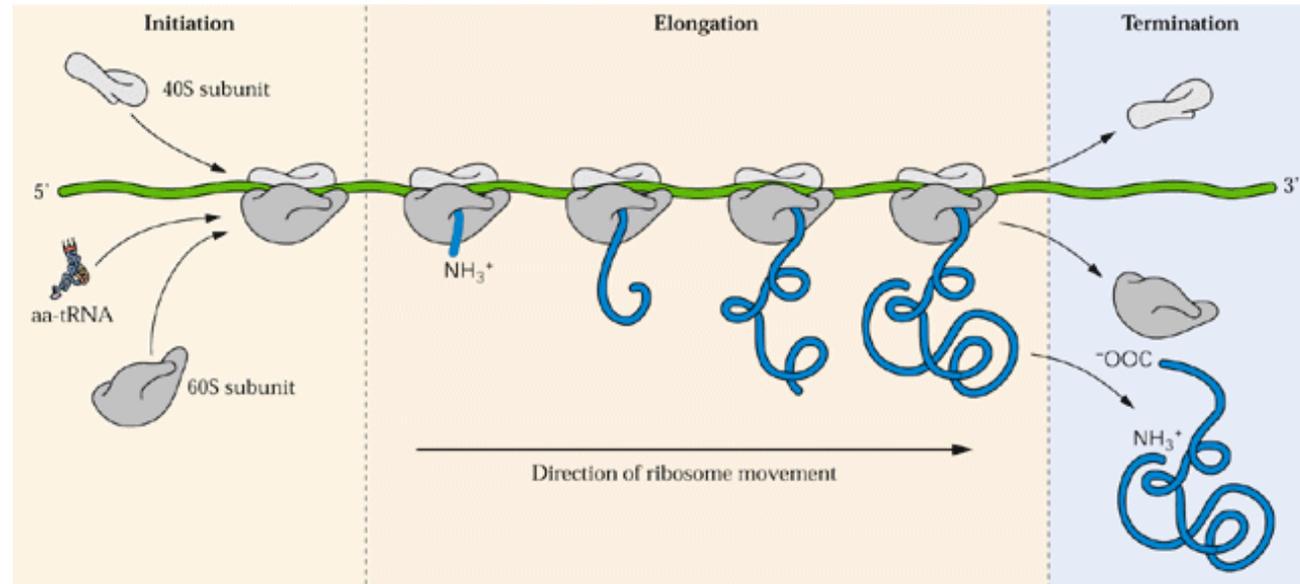
DNA - Ácido Desoxirribonucleico



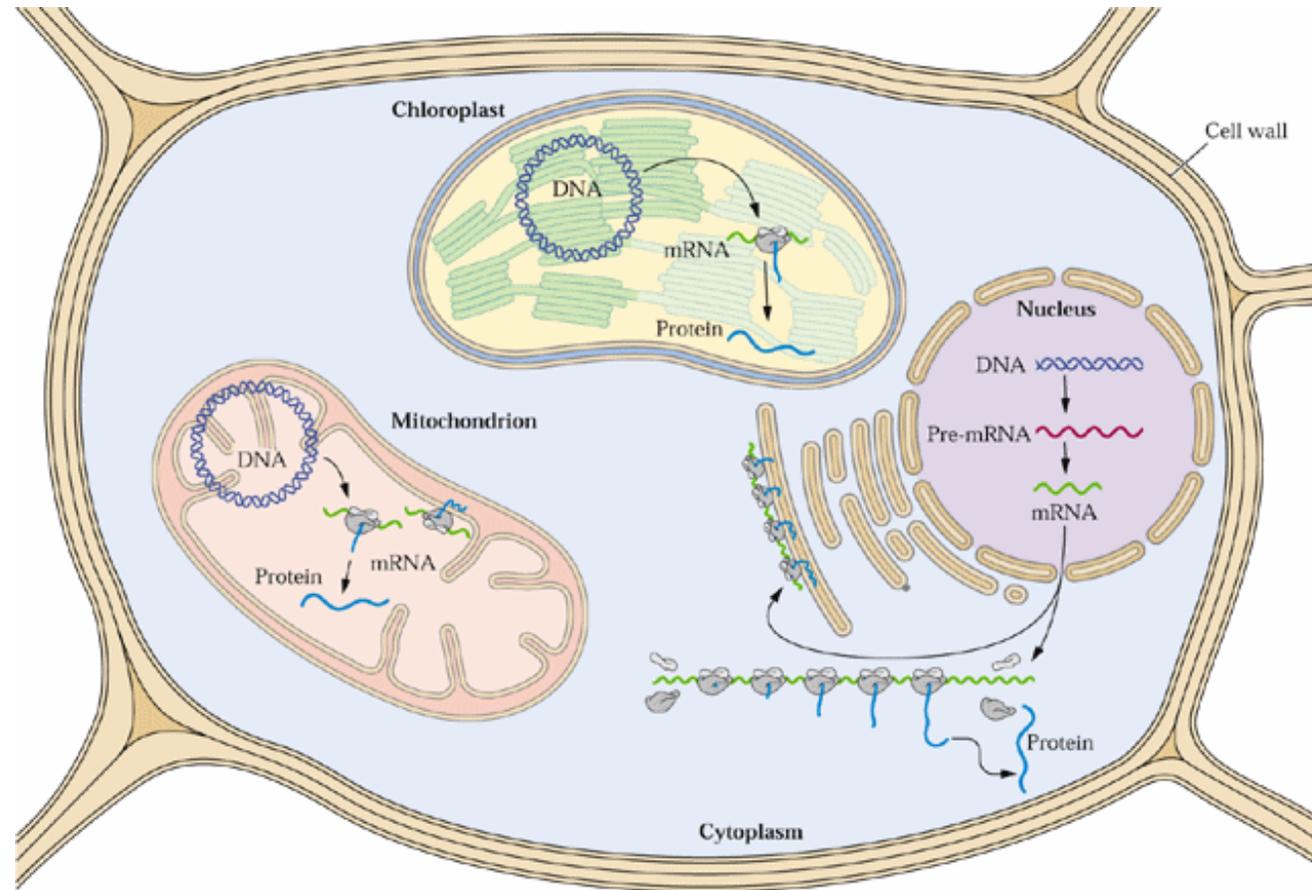
Ácidos Nucleicos - RNA

RNA: fita simples, mas forma estrutura por pareamento complementar

- **RNA ribossomal** - rRNA
- **RNA de transferência** - tRNA
- **RNA mensageiro** - mRNA



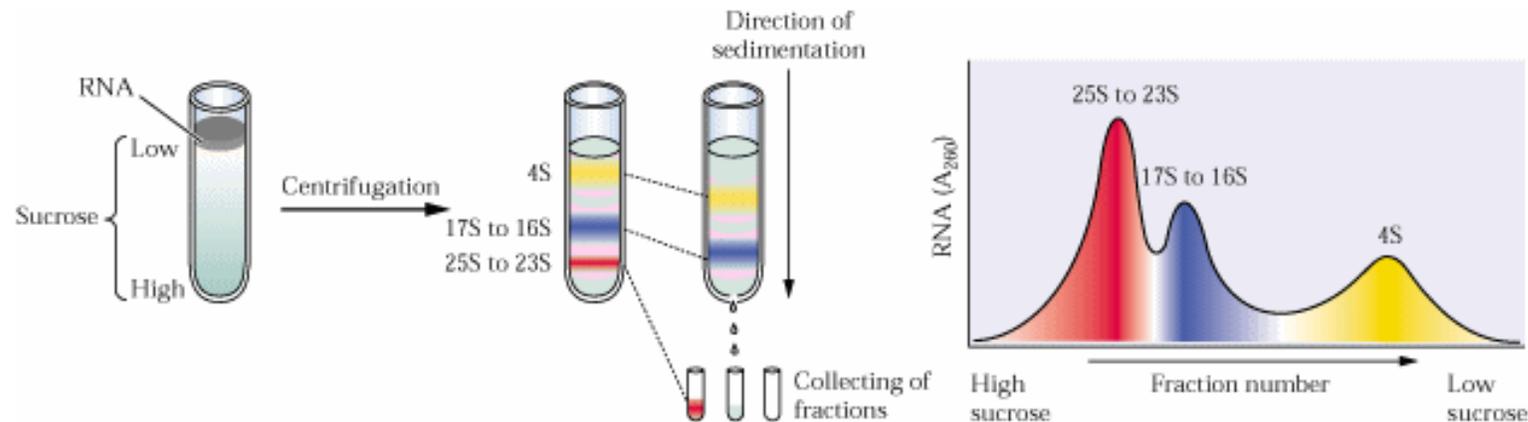
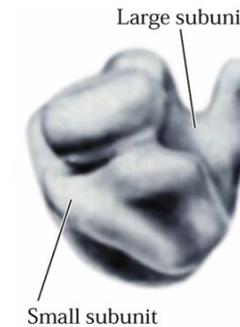
Ácidos Nucleicos - RNA



Ácidos Nucleicos - RNA

RNA ribossomal - rRNA

- mais abundante na célula (>80%)
- síntese nuclear
- combinado com proteínas - ribossomo
- procarioto 70S - (23S + 5S) (16S)
- eucarioto 80S - (28S+5.8S+5S) (18S)



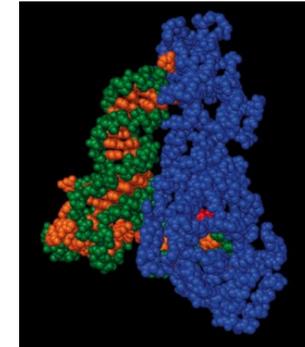
Ácidos Nucleicos - RNA

RNA de transferência - tRNA

- 75 a 90 nucleotídeos
- forma de trevo, com bases modificadas
- transfere aminoácidos para posição correta
- reconhece códons em mRNA - anti-códon
- genes de tRNA - processamento pós-transcricional

RNA mensageiro - mRNA

- tamanhos variados - genes
- processamento - éxons e íntrons, poli-A, caps
 - procariotos - policistrônicos sem processamento



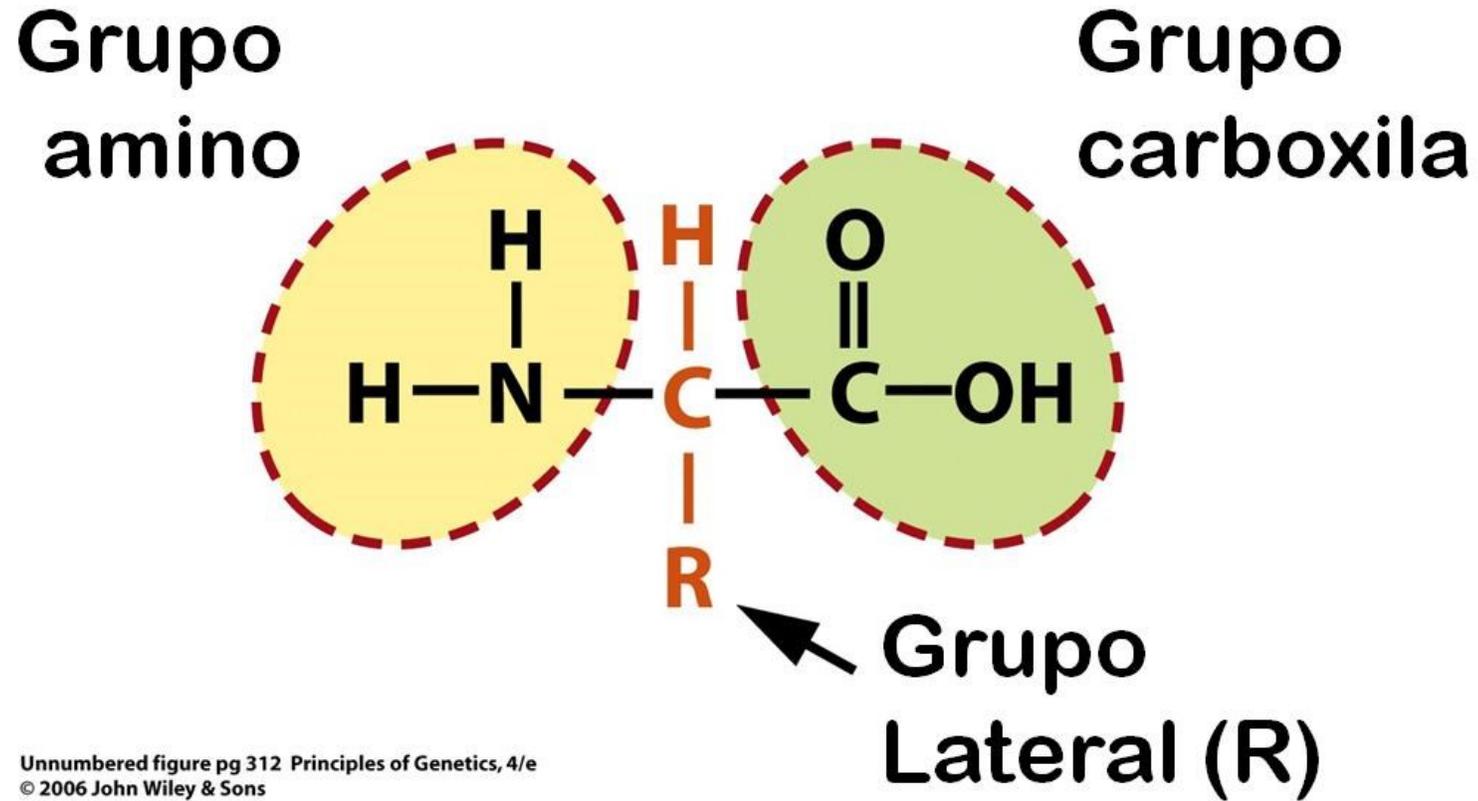
Proteínas

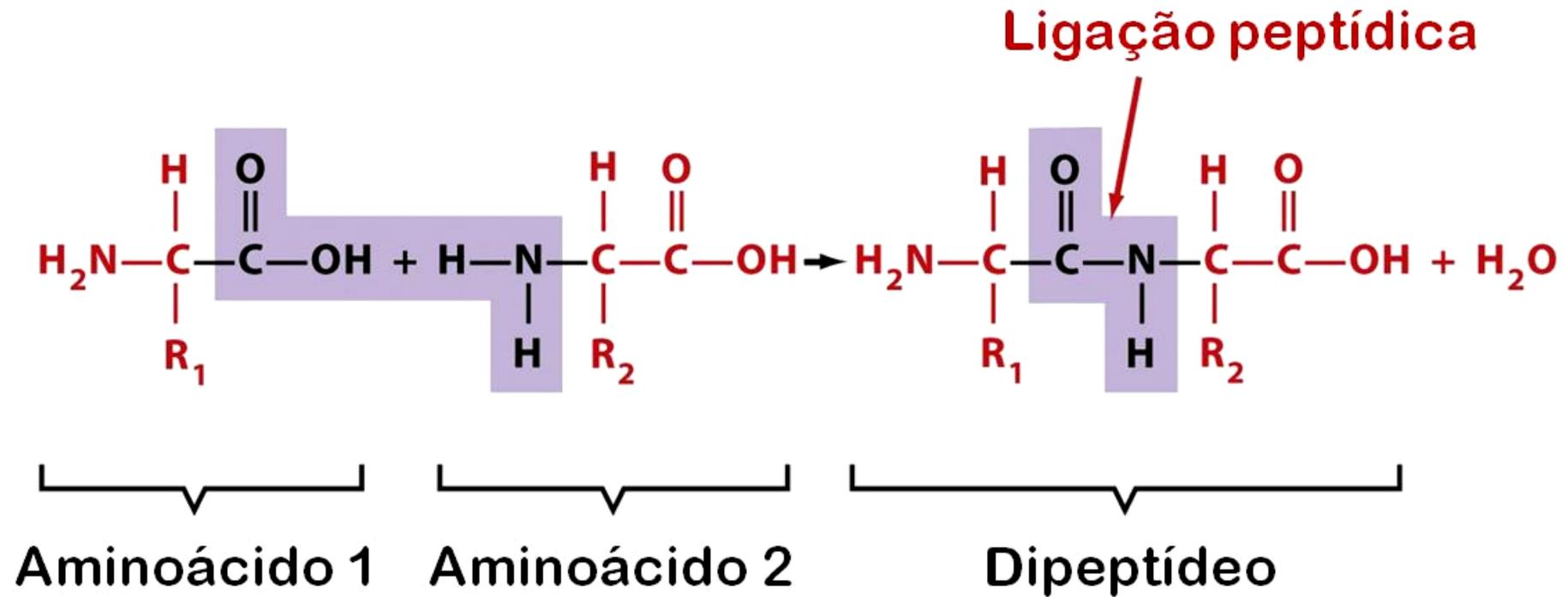
As proteínas são polímeros compostos por **aminoácidos**, sendo sintetizadas a partir dos **moldes de mRNA** por um processo altamente conservado durante a evolução –

TRADUÇÃO

Mais **versátil** composto celular: estrutura **dinâmica**, altamente **moldável**, responsável por inúmeras **funções** celulares

Aminoácido – a unidade proteica

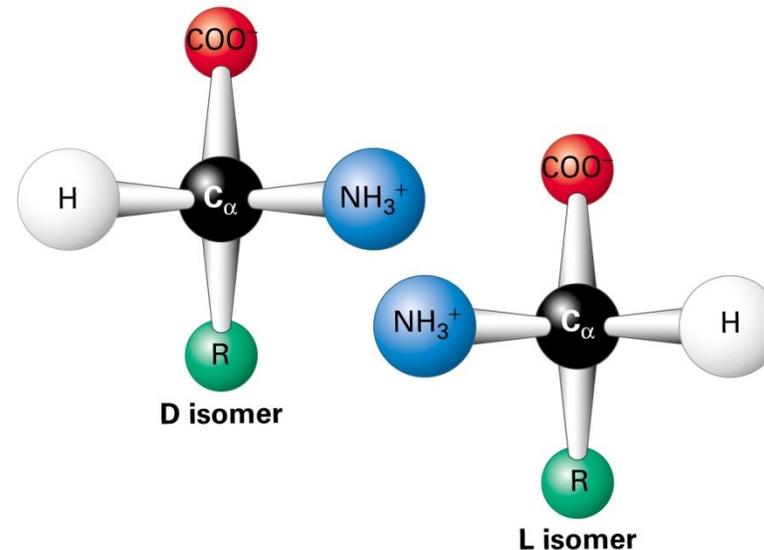




Polipeptídeo é proteína?

Proteínas

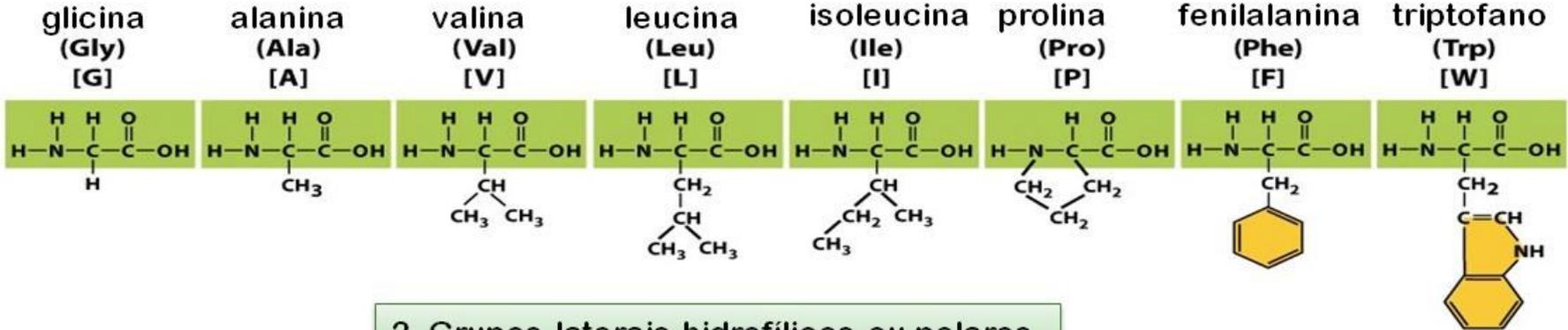
- Aminoácidos unidos por ligações peptídicas
- Macromoléculas compostas de L-aminoácidos
- 150 tipos de aminoácidos -> **20 aminoácidos em proteínas**
- Grupamento amino NH_2 + ácido COOH (exceção: Prolina: imino (NH))
- Aminoácidos: apenas isômero L
- Carbono-alfa



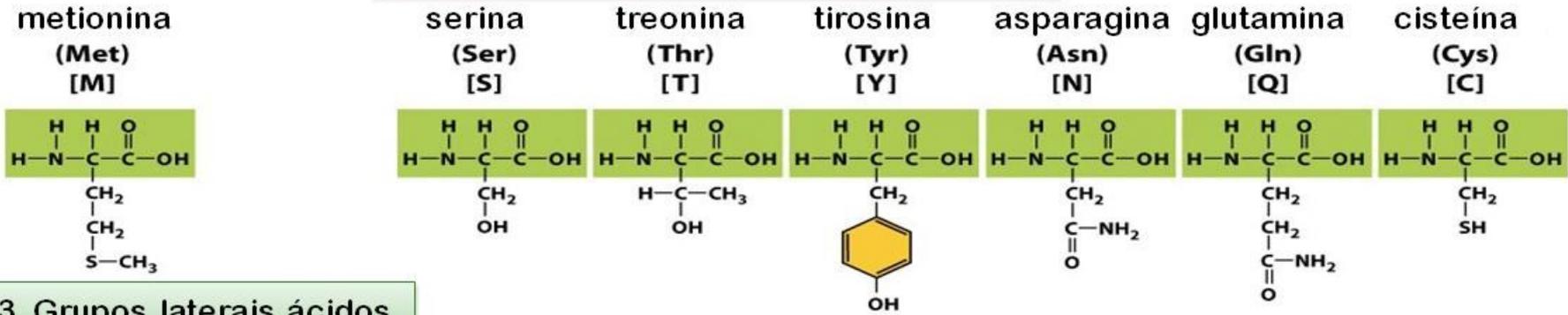
Proteínas

- Grupos ionizáveis
em pH fisiológico = $(\text{NH}_3)^+$ e COO^-
- Aminoácidos classificados em
polares (hidrofílicos) e apolares (hidrofóbicos)
- Carga das proteínas de acordo com composição de aminoácidos
 - Ex. Histonas - interagem com DNA = carga positivas

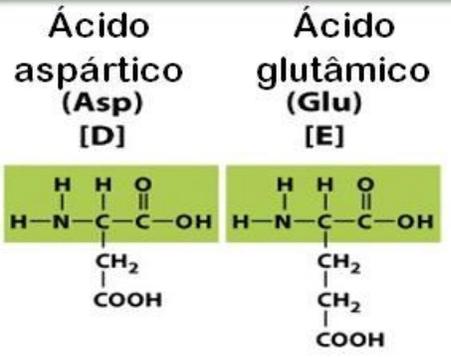
1. Grupos laterais hidrofóbicos ou não polares



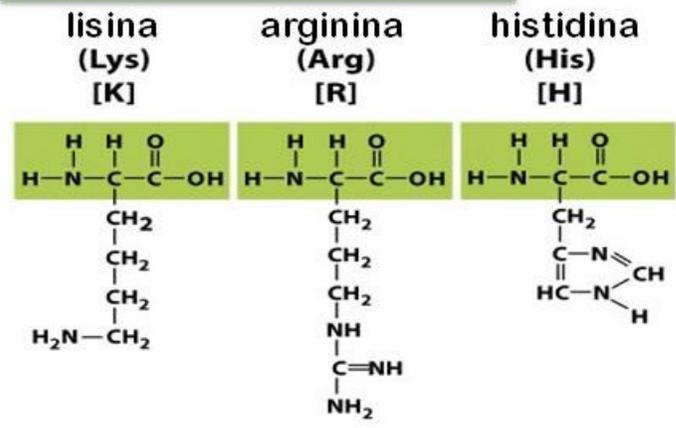
2. Grupos laterais hidrofílicos ou polares



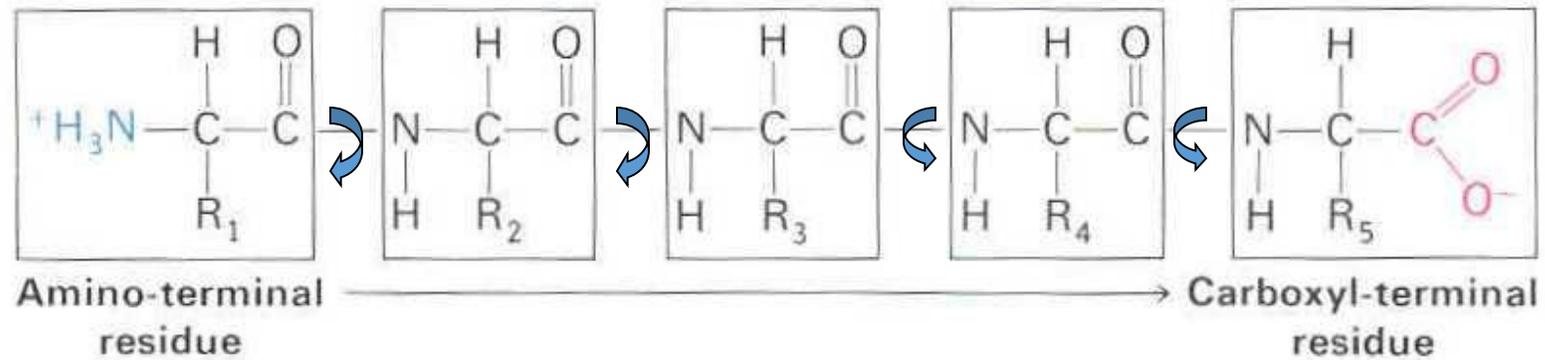
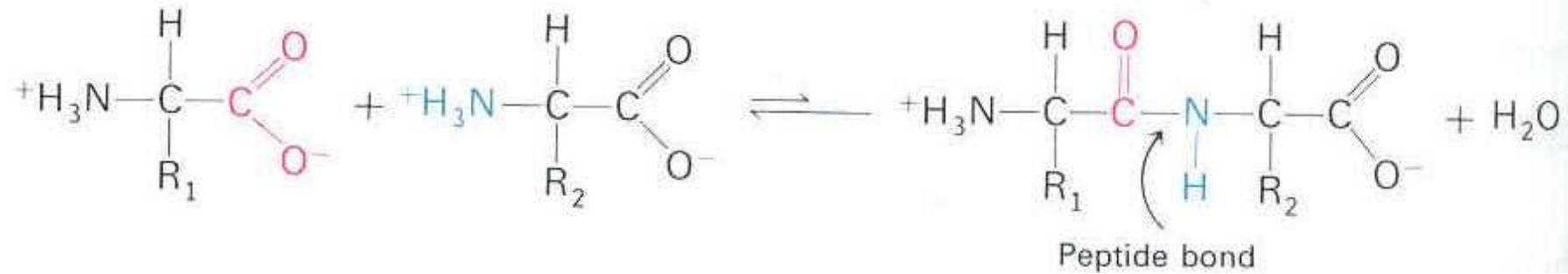
3. Grupos laterais ácidos



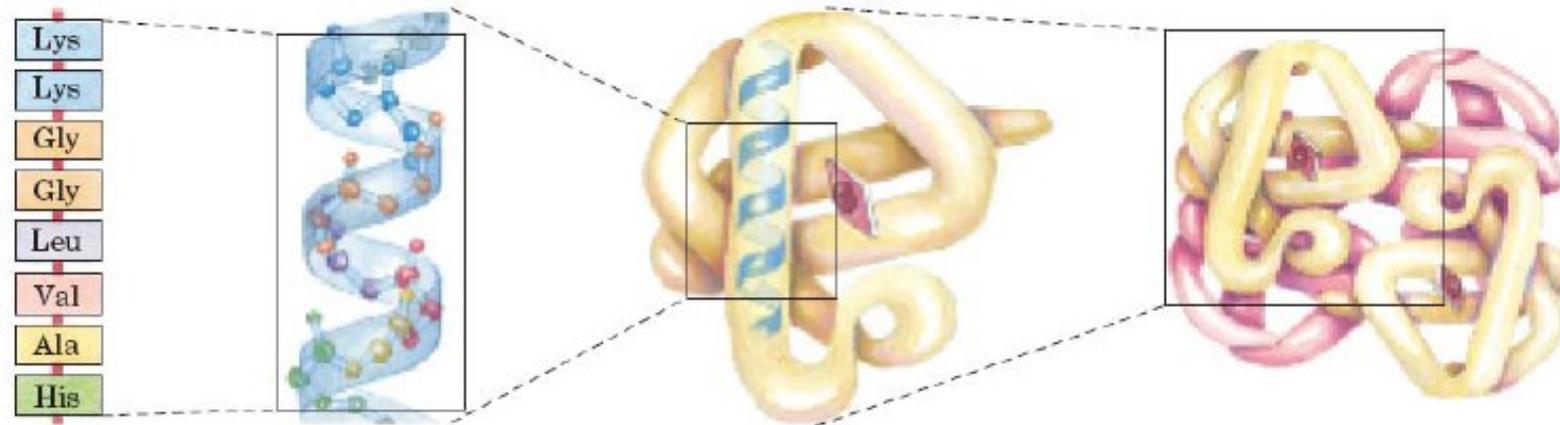
4. Grupos laterais básicos



Ligações peptídicas



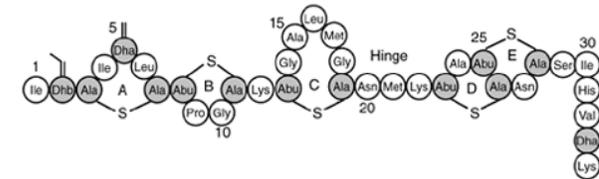
Estrutura Hierárquica das Proteínas



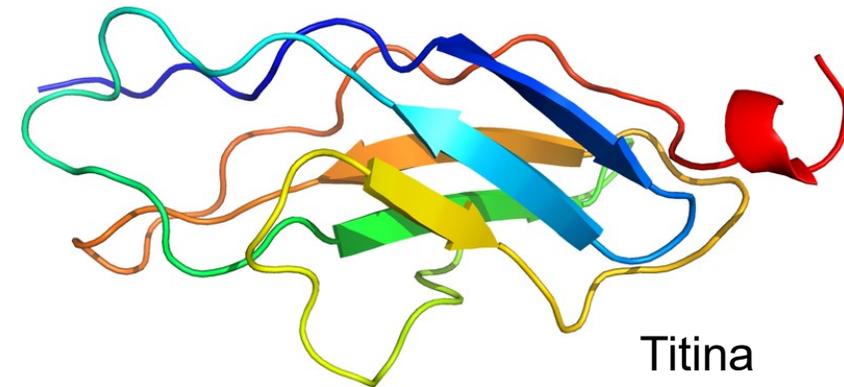
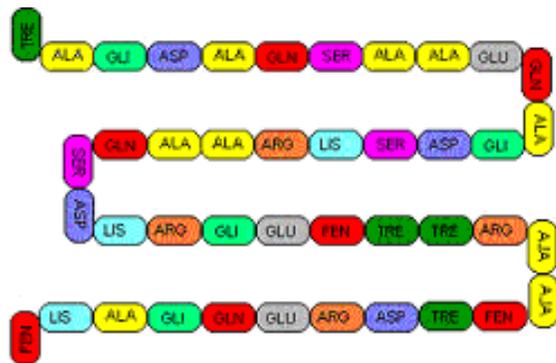
A função de uma proteína é derivada da sua estrutura tridimensional, e a estrutura tridimensional especificada pela sequência de aminoácidos

Estrutura Primária

- **Esqueleto** da proteína
- **Linear – estrutura primária**
- Sequência de resíduos de aminoácidos
- Peptídeo – até 30 resíduos de aminoácidos
- Polipeptídeo – até 4000 resíduos de aminoácidos



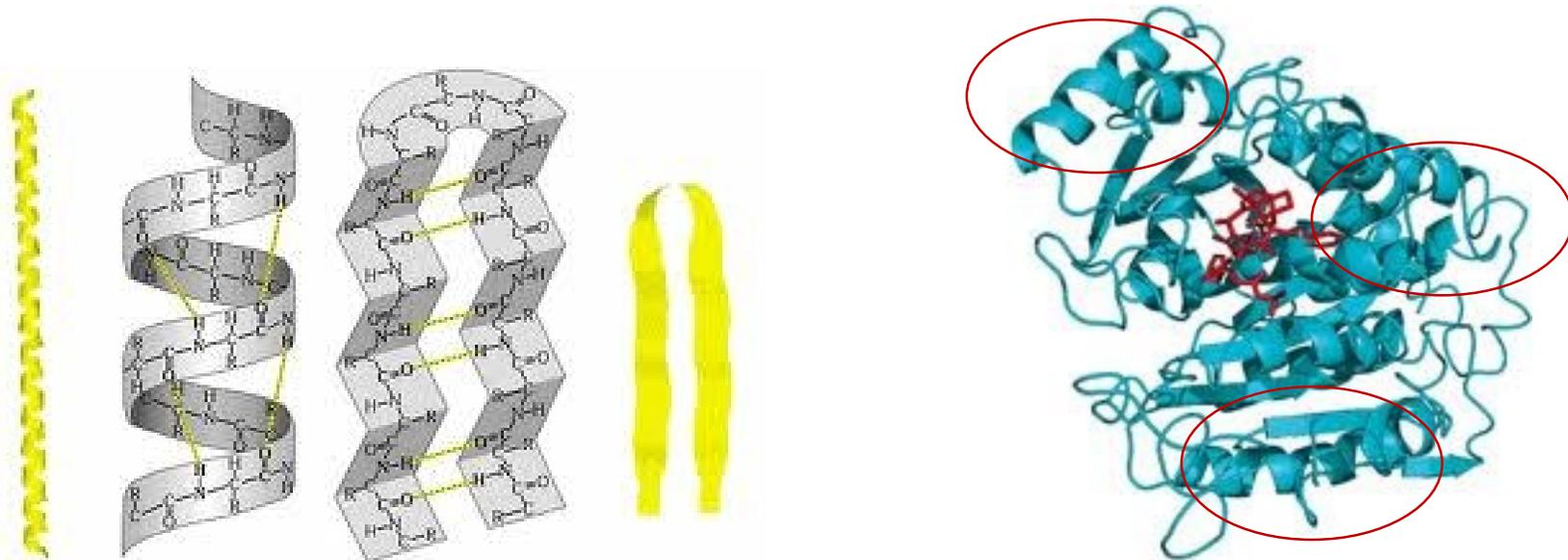
colicina



Titina

Estrutura Secundária

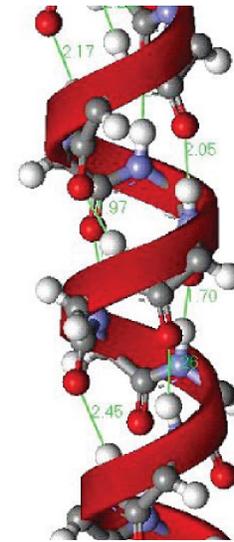
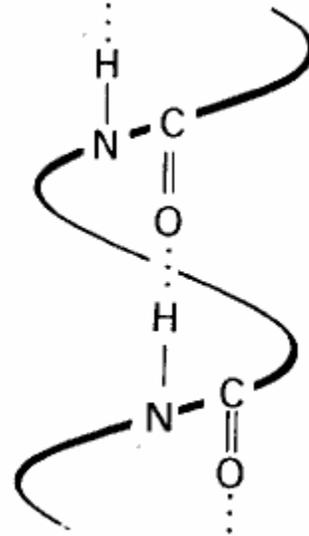
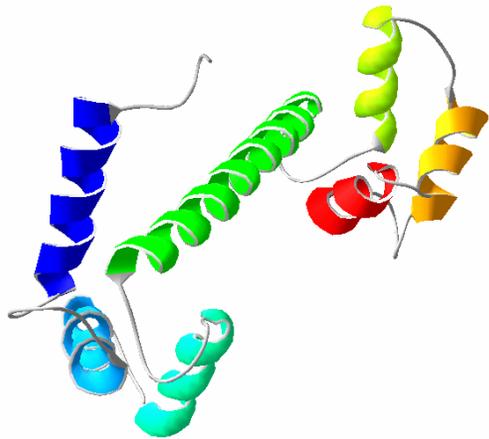
Dobramentos **periódicos** de porções localizadas de uma cadeia polipeptídica mediados por **pontes de hidrogênio**



Um polipeptídeo – várias estruturas secundárias

α -Hélice

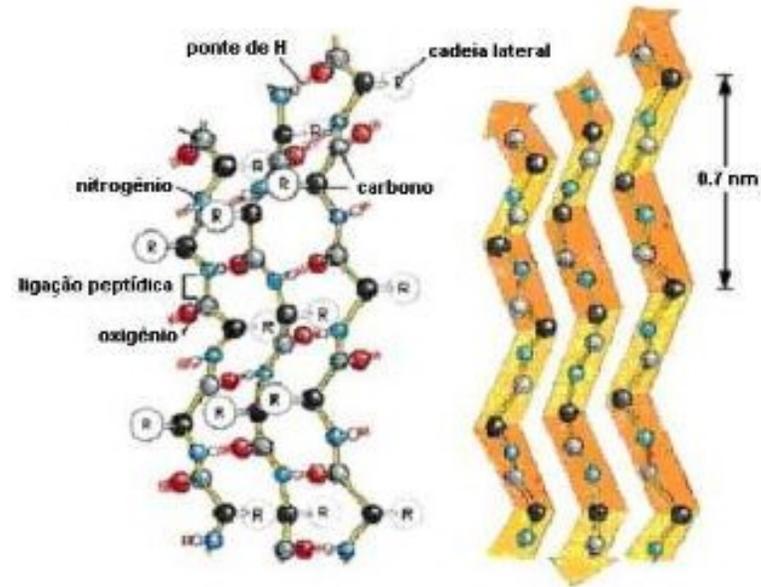
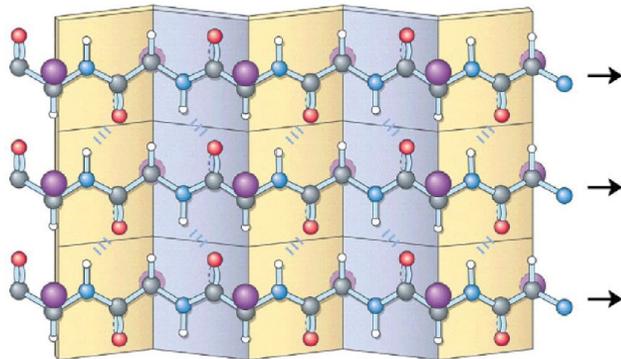
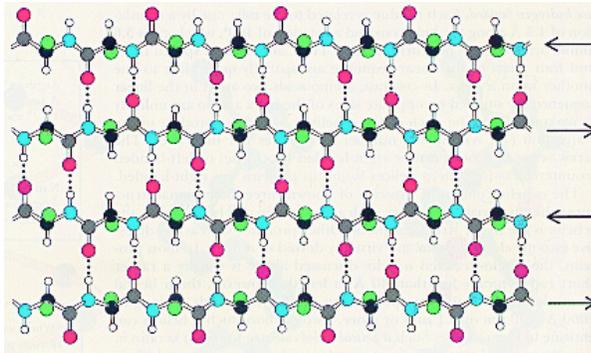
O átomo da carbonila faz **ponte de hidrogênio** com o átomo de hidrogênio da amida do 4º resíduo abaixo no **sentido da extremidade C-terminal**



Folha- β

Fitas- β dispostas lateralmente – **cada folha contém 5-8 resíduos.**

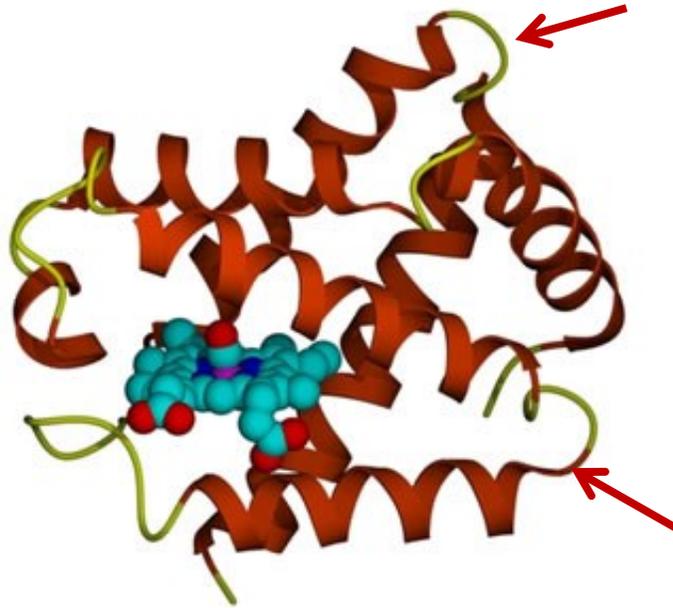
Podem ocorrer em sentido **paralelo** ou **antiparalelo**.



Bolsões de ligação ou núcleos hidrofóbicos

Voltas β

Presentes geralmente na **parte externa** da proteína **redirecionando** o esqueleto peptídico. Composta por 3 a 4 resíduos.



Estrutura Terciária

É a **conformação total** de todos os resíduos.

Composta por interações hidrofóbicas, hidrofílicas, pontes de hidrogênio, pontes dissulfeto e outras. **Não são rígidas.**

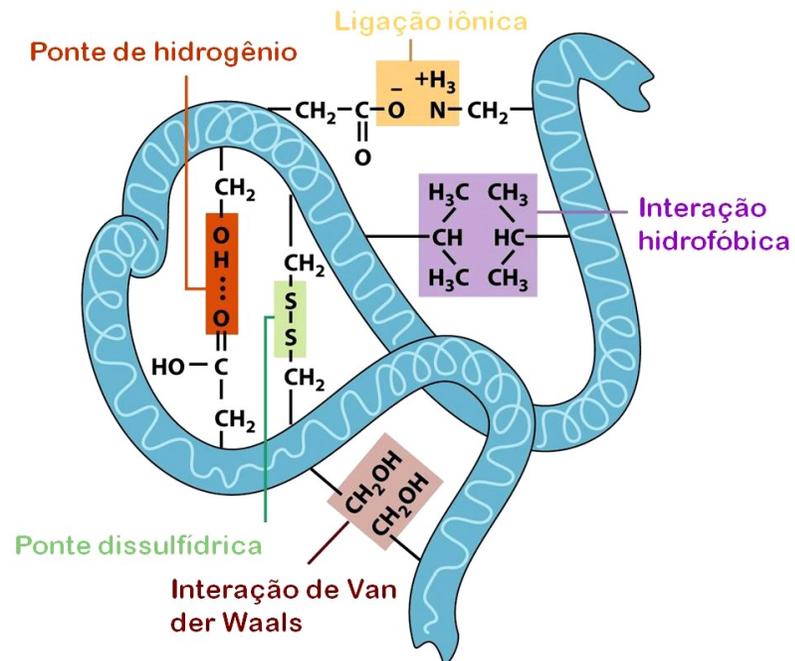
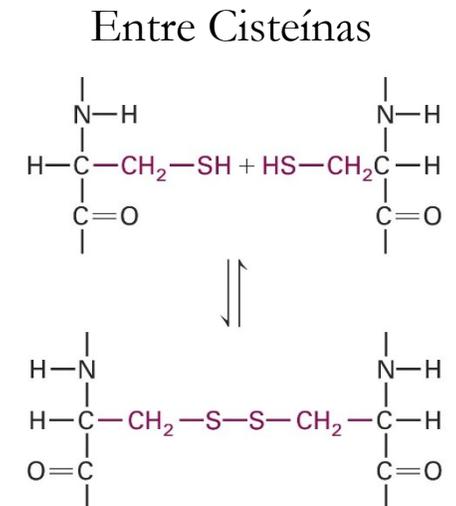


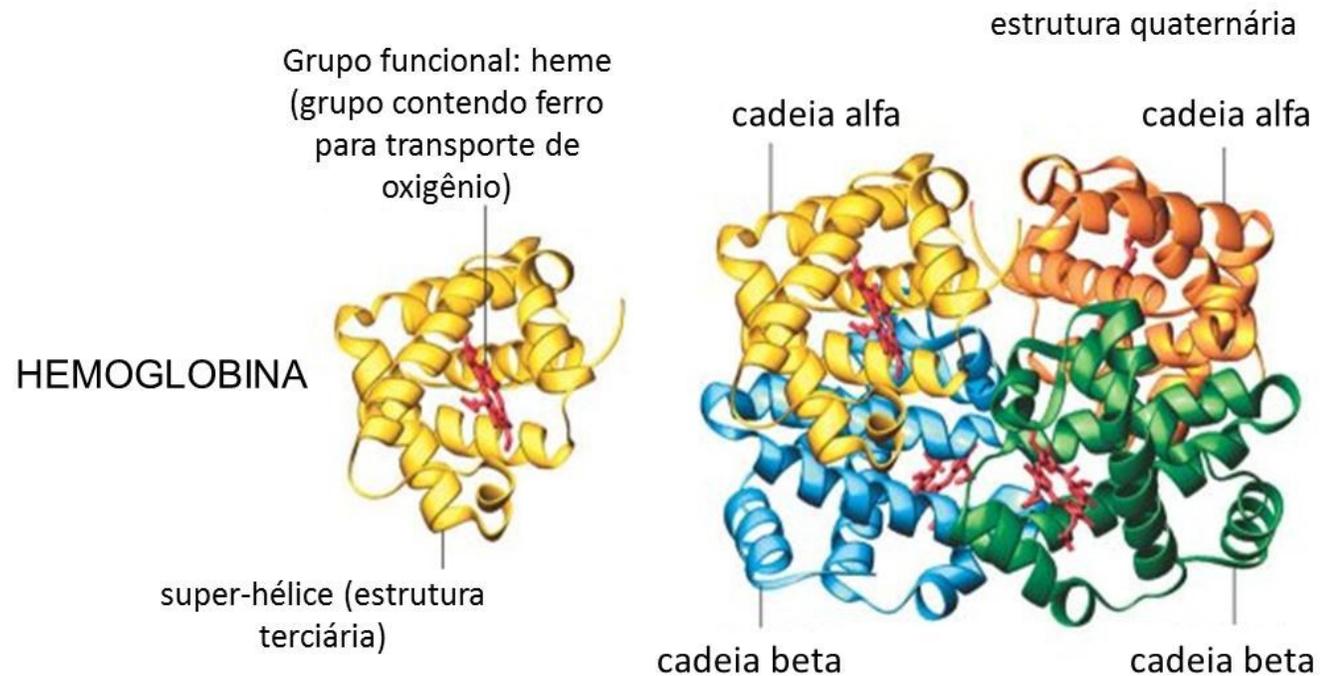
Figure 12-5 Principles of Genetics, 4/e
© 2006 John Wiley & Sons



Ponte dissulfídrica ou dissulfeto

Estrutura Quaternária

Composta por **dois ou mais polipeptídios** ou subunidades que podem ser iguais ou não.



Mas não termina aí....

Forma é tudo!

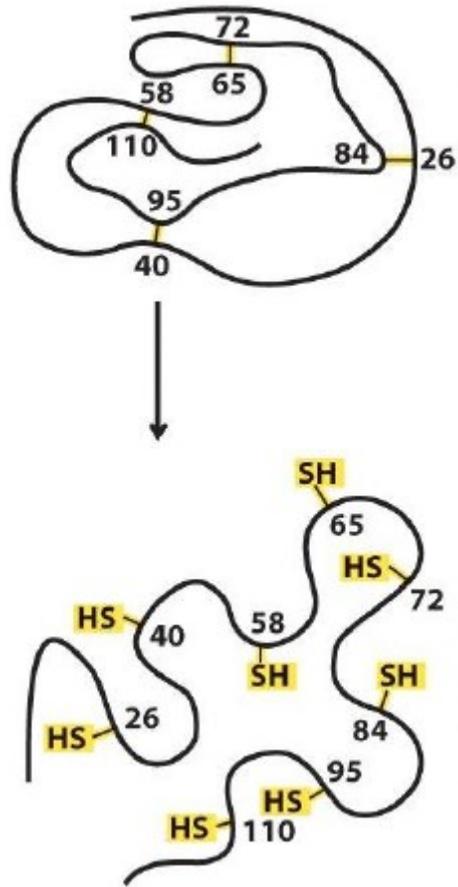
Promoção do dobramento

Clivagem de peptídeos

Modificações pós-traducionais

Correção de erros

Eliminação de proteínas erradas



Estrutura primária – define o dobramento, mas leva muito tempo...

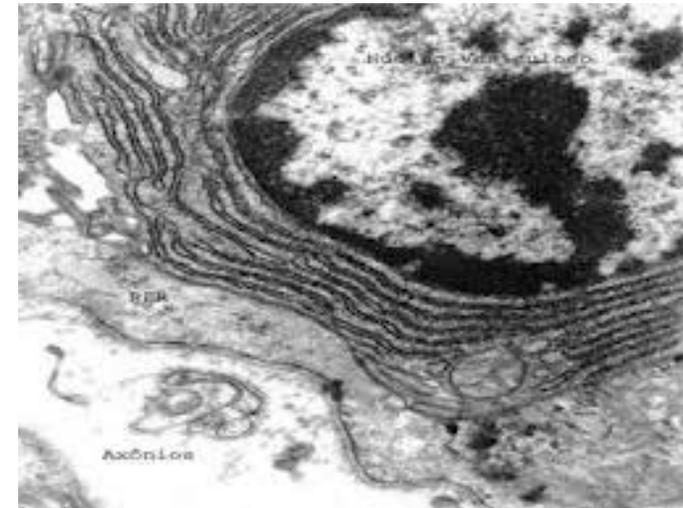
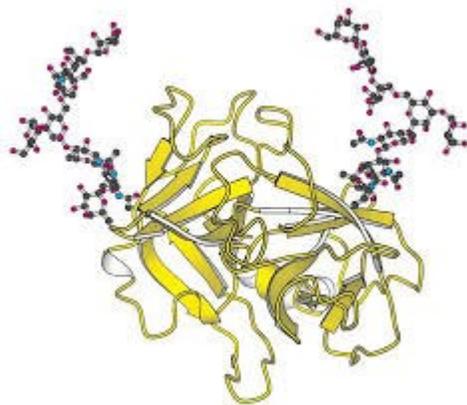
Quantos dobramentos são possíveis? Qual seria o estado nativo de uma proteína?

Chaperonas!

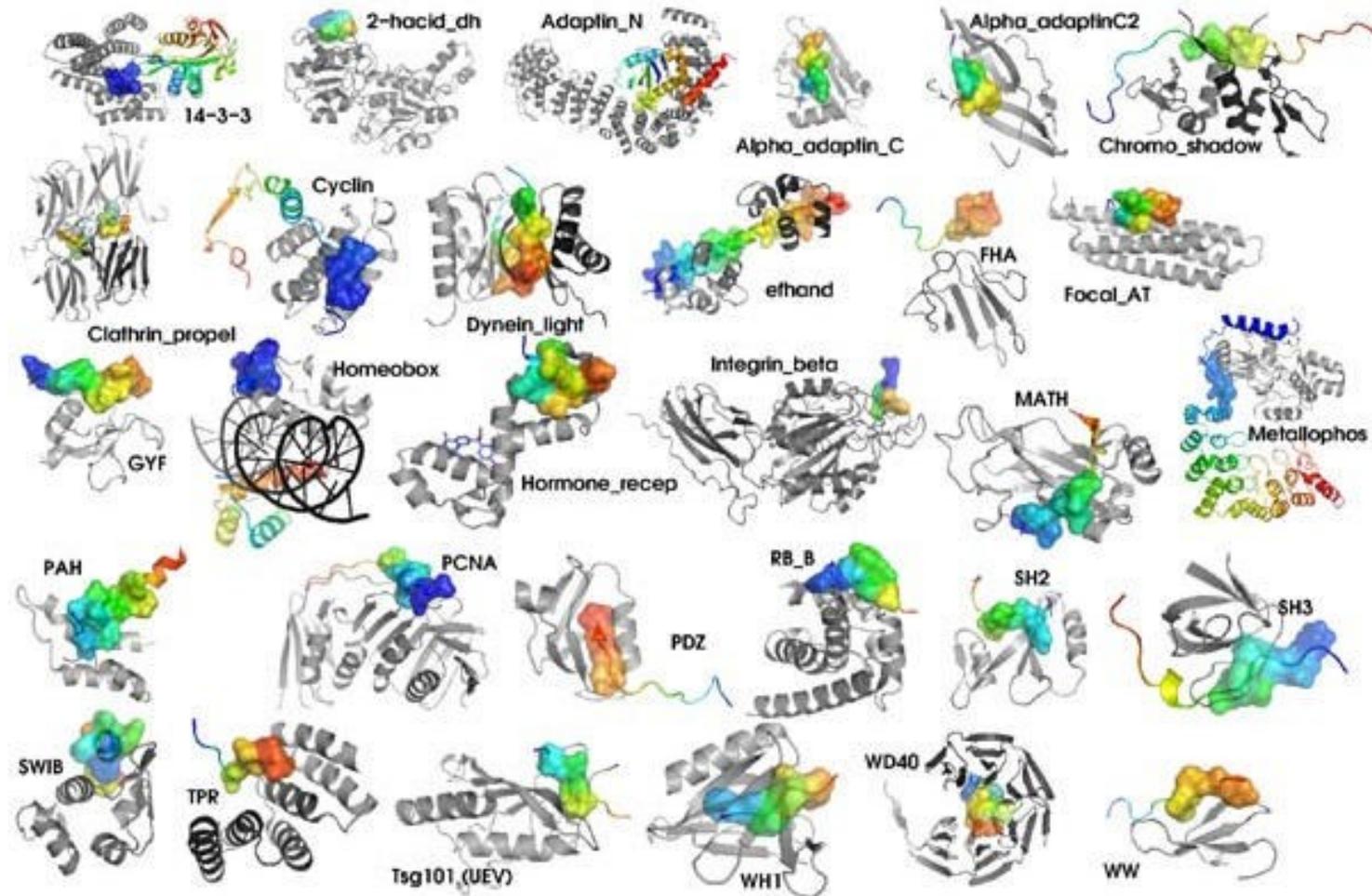
Modificações químicas também ocorrem ...

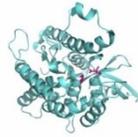
Na síntese são 20 aminoácidos ... mas nas células mais de 100!!

- Acetilação – aumenta a meia vida
- Fosforilação – serina, treonina, tirosina e histidina
- Glicosilação – asparagina, serina e treonina – cadeias de carboidratos lineares e ramificados



Mas para que toda essa diversidade estrutural?



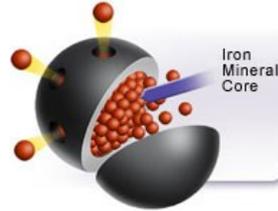


Enzimática

Ex: lipases

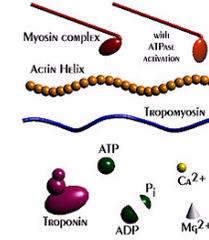
Ex: ferritina

Armazenamento



Ex: troponina

Sistemas contrácteis



Hormonal

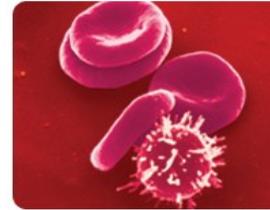
Ex: insulina



Funções das Proteínas

Transporte

Ex: hemoglobina



Nutricional

Ex: caseína

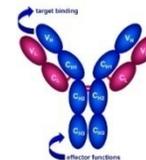


Imunidade

Ex: imunoglobulina

Estrutural

Ex: colágeno

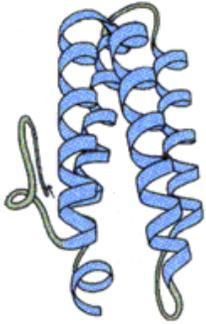


Função é resultado da estrutura!!

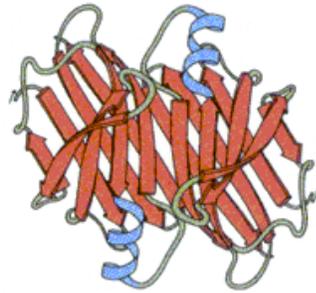
Quase todas as funções
dependem da capacidade de
ligação ao ligante !!

- Alteração conformacional
- Características: especificidade
afinidade

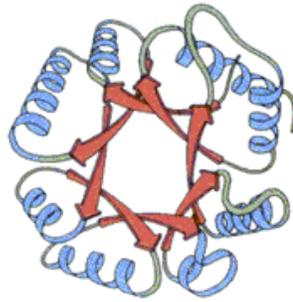
Estruturas Proteicas



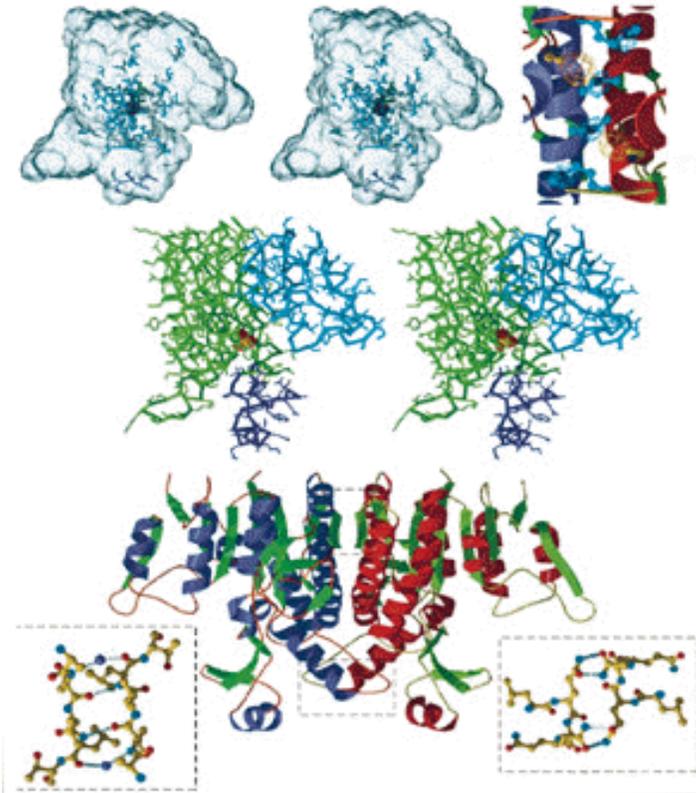
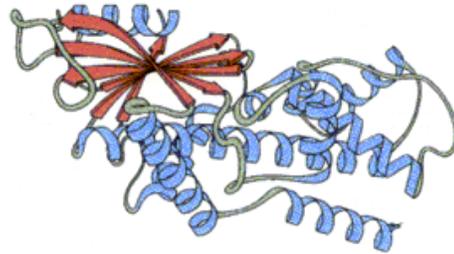
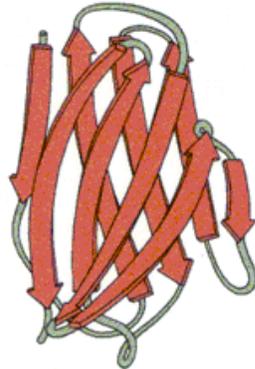
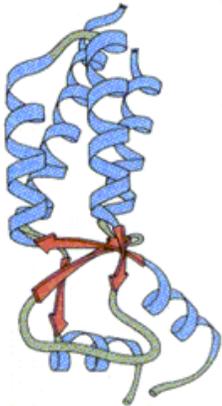
Myohemerythrin



Prealbumin



Pyruvate kinase, domain 1



Carboidratos ou Polissacarídeos

- Biomoléculas mais abundantes na natureza
- Monossacarídeos ou açúcares - glicose

Fórmula geral: $[C (H_2O)]_n$

Daí o nome "carboidrato", ou "hidratos de carbono"

Funções:

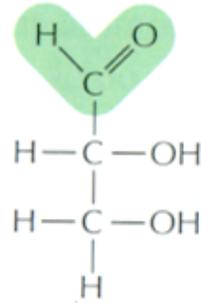
- Fonte de energia
- Reserva de energia
- Estrutural
- Matéria prima para a biossíntese de outras biomoléculas

3 carbonos (TRIOSES)

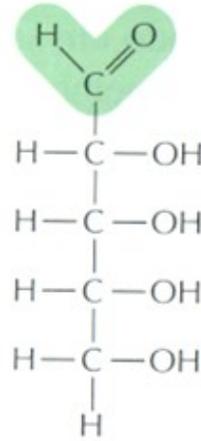
5 carbonos (PENTOSSES)

6 carbonos (HEXOSSES)

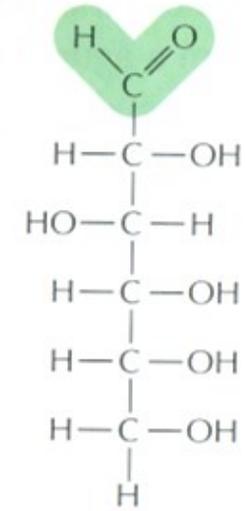
ALDOSES



gliceraldeído

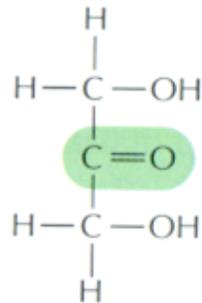


ribose

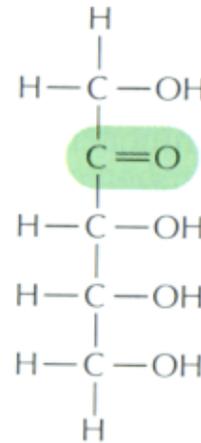


glucose

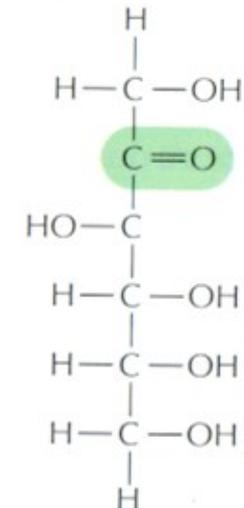
CETOSSES



diidroxiacetona

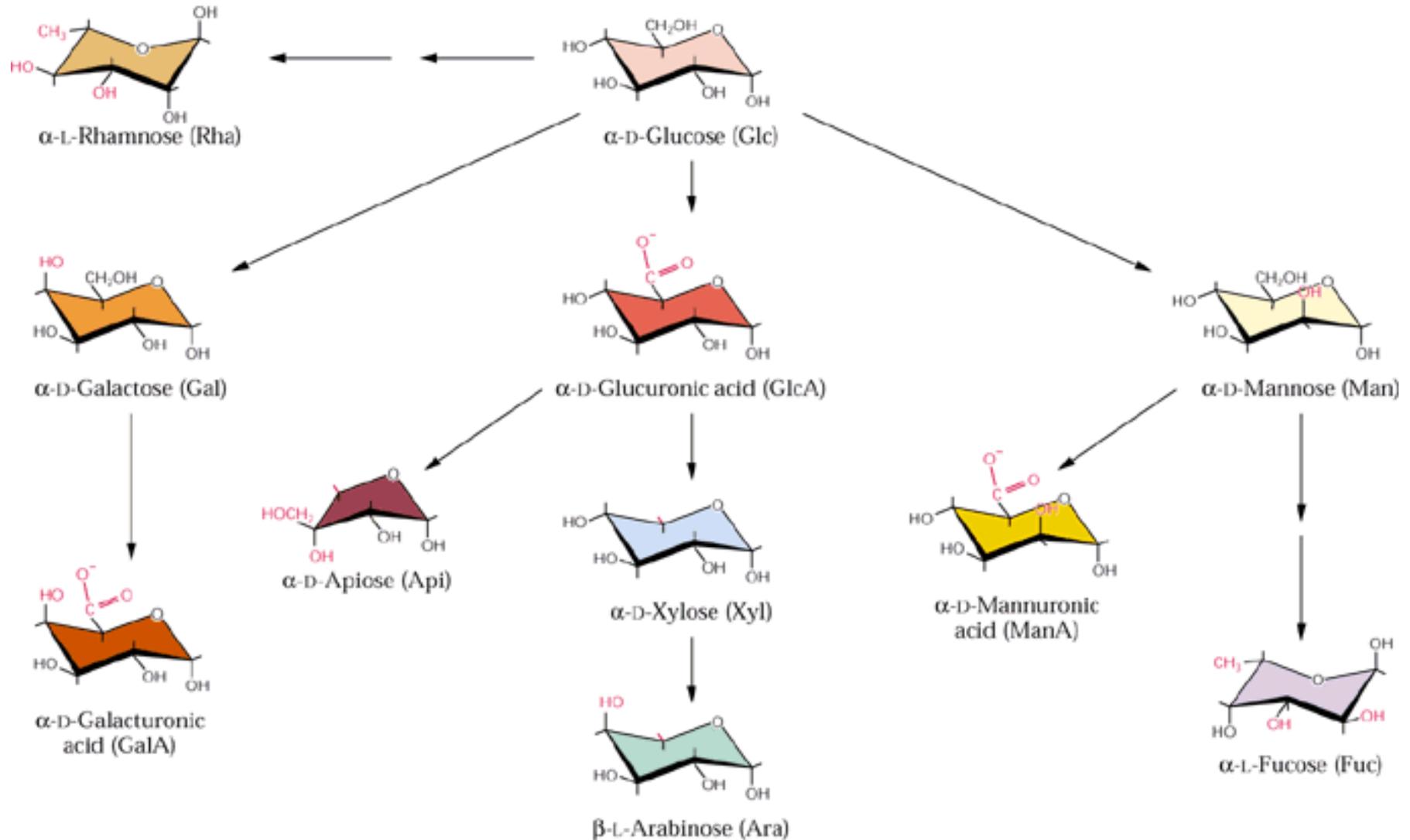


ribulose

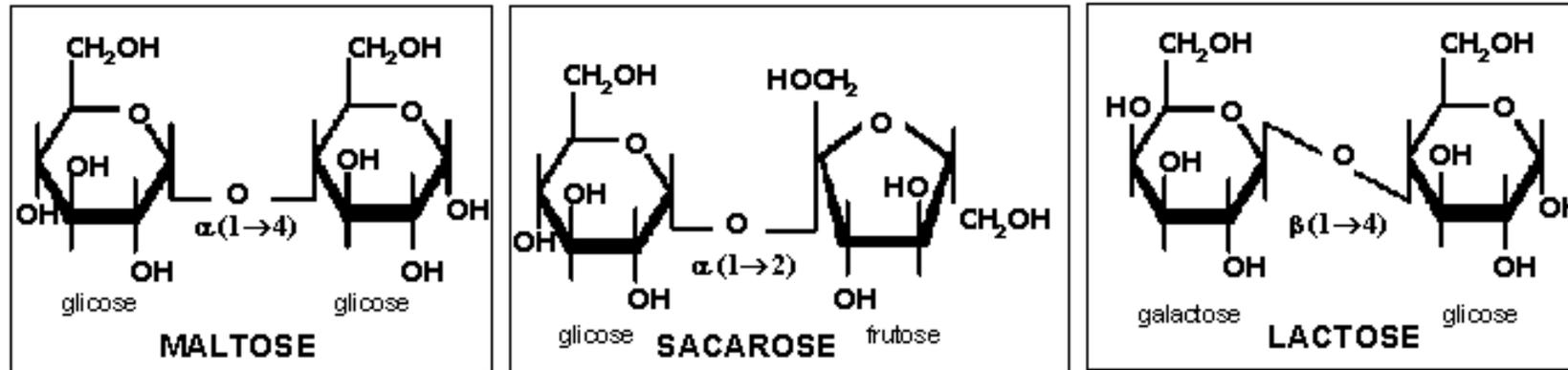


fructose

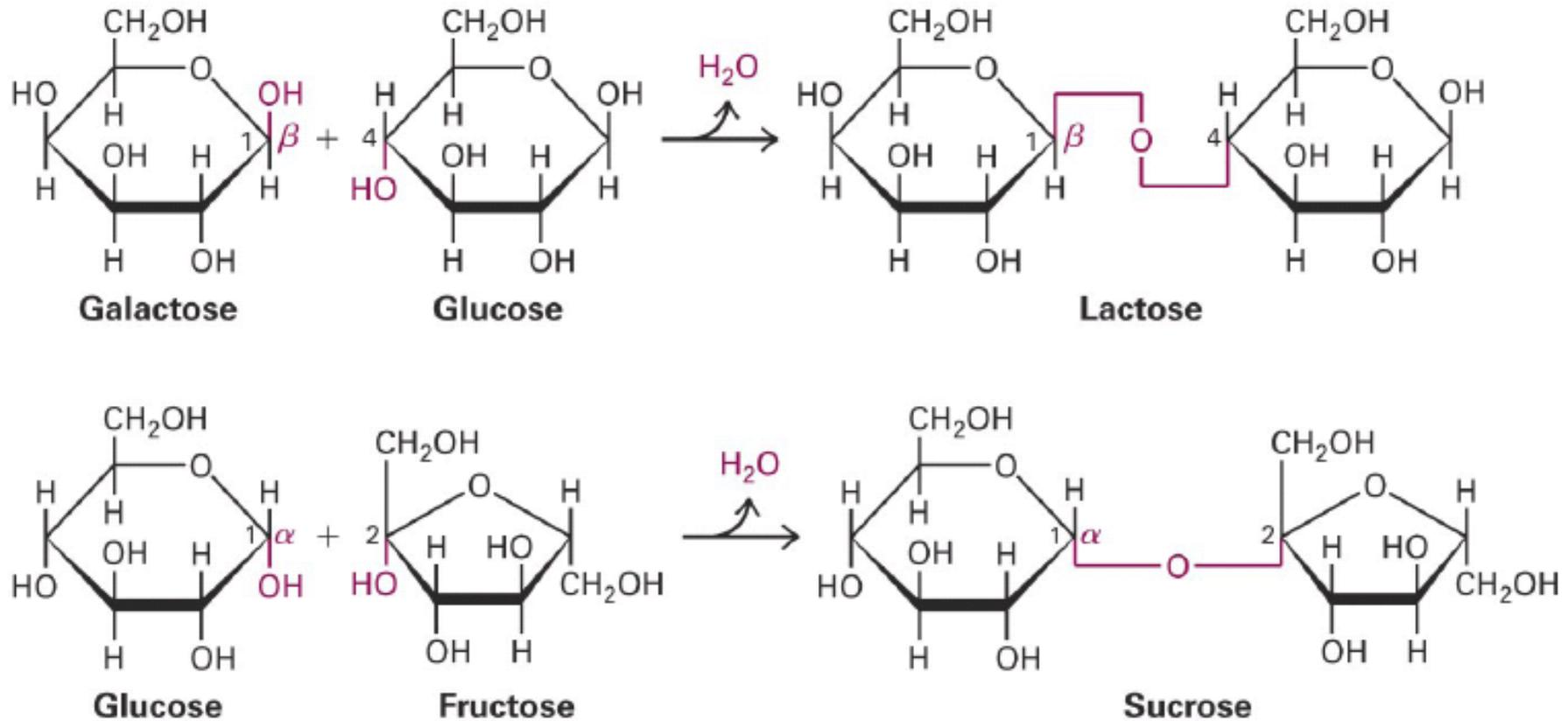
Monossacarídeos



Dissacarídeos



Ligações Glicosídicas



Polissacarídeos

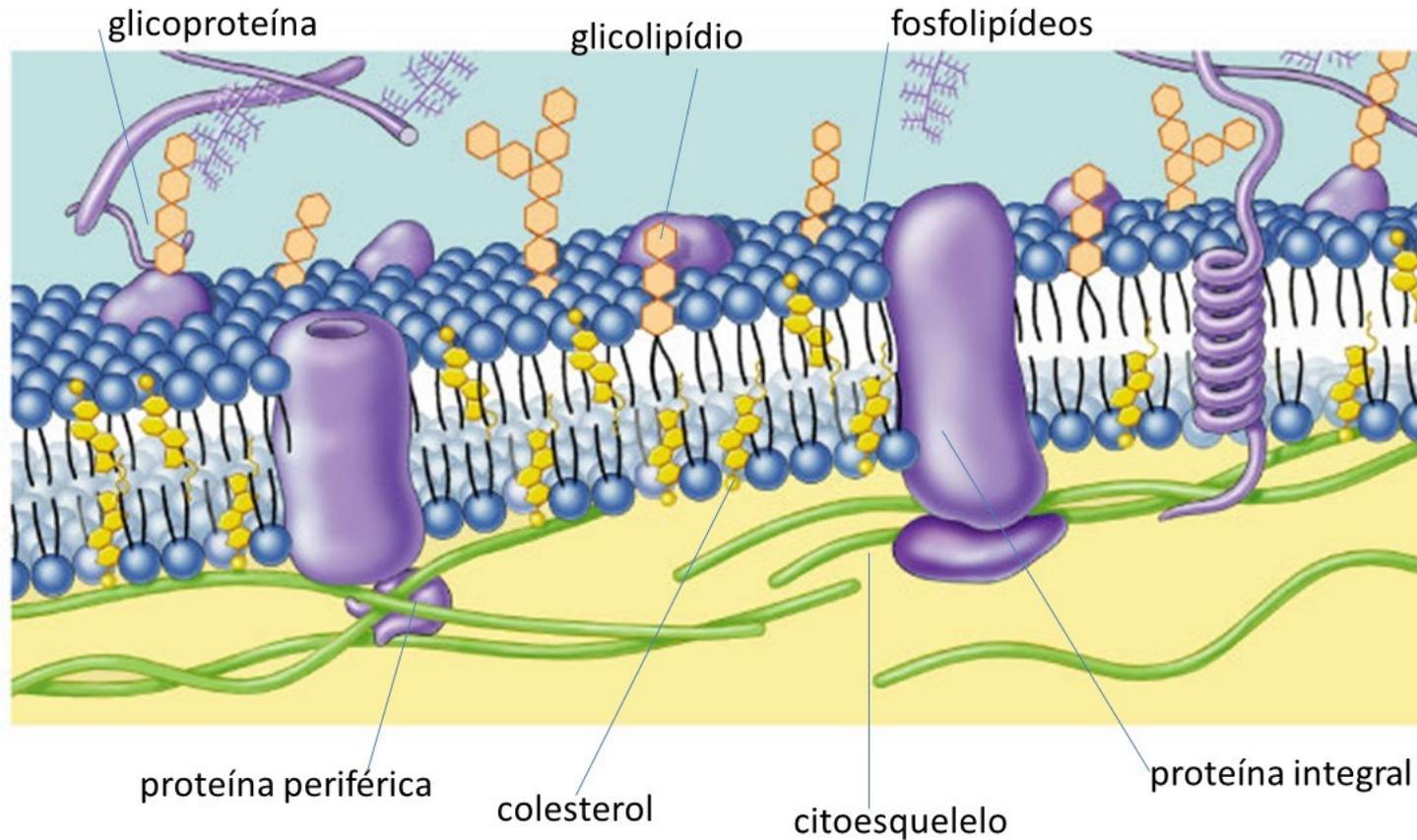
Polissacarídeos de reserva (polímeros de glicose):

1. **Glicogênio** – células animais, células bacterianas, de fungo
2. **Amido** – células de planta

Polissacarídeos estruturais:

- Fazem parte da superfície celular onde participam do reconhecimento entre as células para construir tecidos; da constituição dos receptores celulares; das ligações estruturais entre o citoplasma e a matriz extracelular.

Membrana Celular: um Mosaico de Macromoléculas



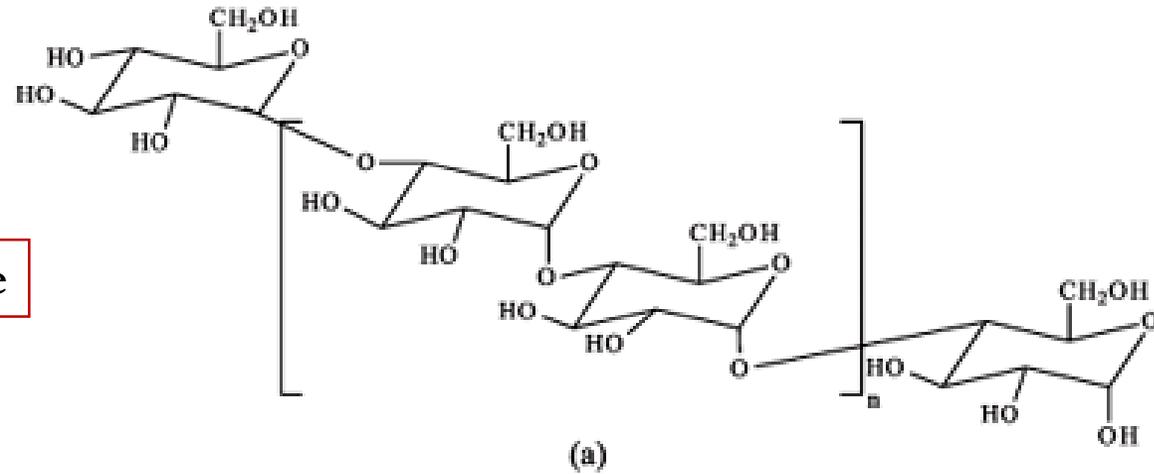
Glicoproteínas: carboidratos de cadeias curtas ligados a proteínas na superfície externa da membrana plasmática. **FUNÇÃO:** reconhecimento de moléculas que interagem com a célula;

Glicolipídios: carboidratos ligados a lipídios. **FUNÇÃO:** processos de reconhecimento celular, proteção da membrana em condições adversas

Formas de armazenamento em plantas: AMIDO

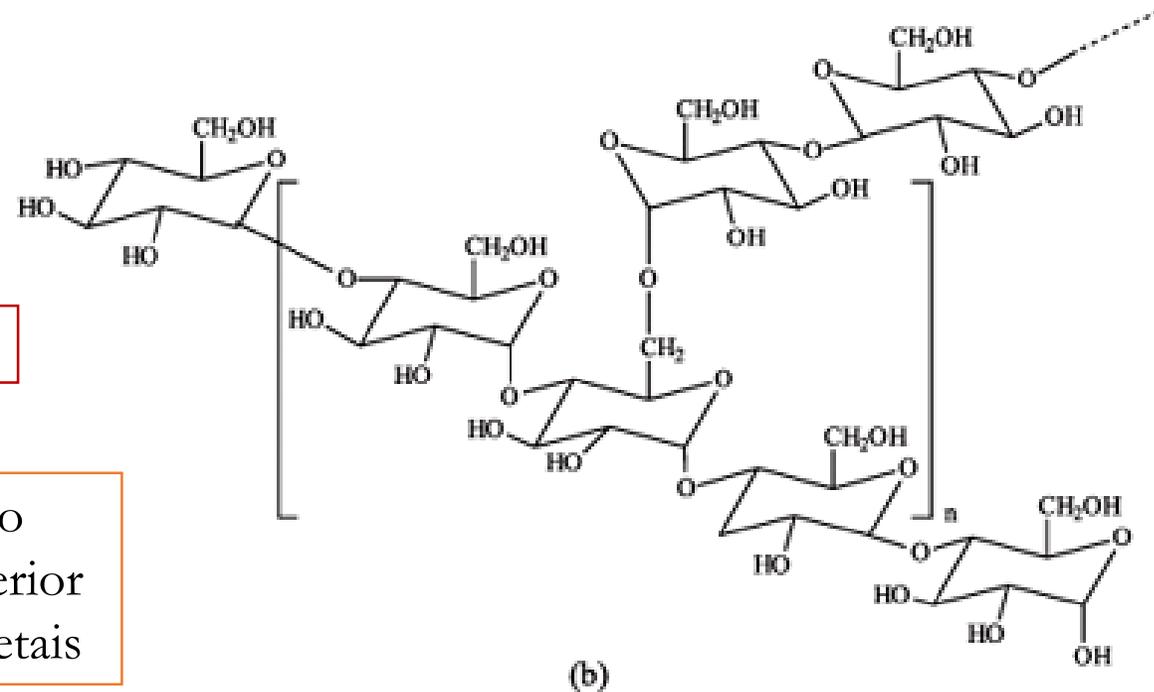
Amido – mistura de dois polissacarídeos (amilose e amilopectina)

Amilose



Maior digestibilidade

Amilopectina



A amilose e a amilopectina são armazenadas como grãos no interior dos amiloplastos nas células vegetais

Lipídeos

Os lipídios se definem um conjunto de substâncias químicas que possuem **alta solubilidade em solventes orgânicos**, como o éter, o clorofórmio e o benzeno, e **baixa solubilidade em água**

Estão distribuídos em todos os tecidos, principalmente nas **membranas celulares e nas células do tecido adiposo.**

- Não polares
- Grupo de substâncias com moléculas diferentes
- Lipídeos de **reserva**, **estrutural** ou **proteção**

Lipídeos - Funções

- **Reserva nutricional:** gorduras neutras (depósitos de triacilgliceróis ou triglicerídeos) – células adiposas, sementes
- **Função estrutural:** manutenção da estrutura da membranas celulares [ex: fosfolipídeos, glicolipídeos, colesterol (animais), sitosterol (plantas) e ergosterol (fungos)];
- **Função de proteção:** cutina, suberina e ceras são barreiras à perda de água;
- **Função vitamínica:** vitaminas A, E e K são lipídios com atividades fisiológicas;
- **Função hormonal:** os hormônios esteróides, entre os quais os da adrenal, ovário e testículo, são lipídios informacionais.

Classificação de Lipídeos

Os lipídios podem ser classificados em:

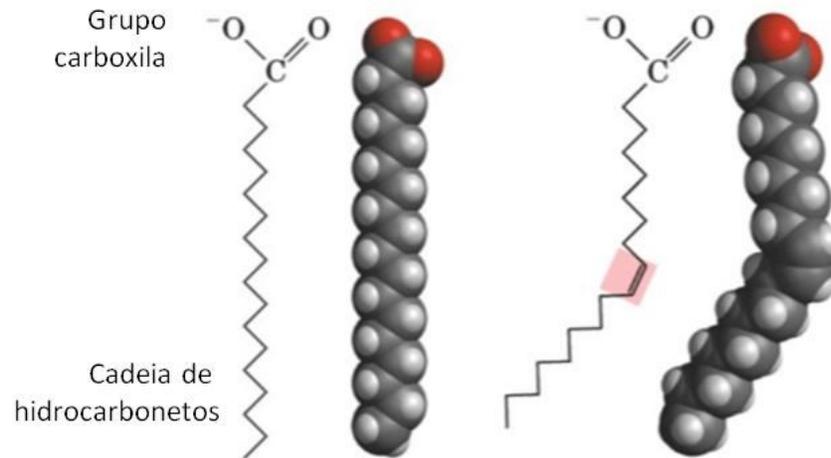
ácidos graxos, triacilglicerídeos, glicerofosfolipídeos, fosfolipídeos, esfingolipídios, prostaglandinas, terpenóides, esteróides.

- Possuem ácidos graxos + glicerol – geralmente de cadeia aberta

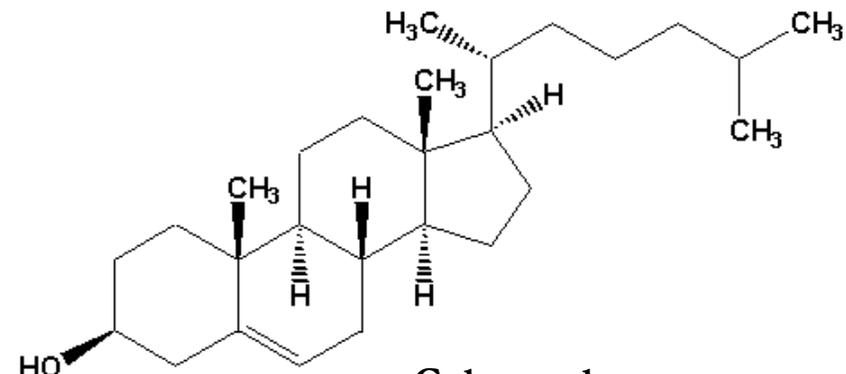
Ex: fosfolipídios, glicolipídios

- Não possuem ácidos graxos – comumente com cadeia cíclica

Ex: esteróides

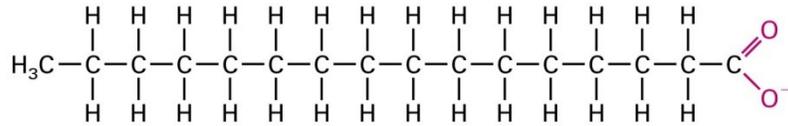
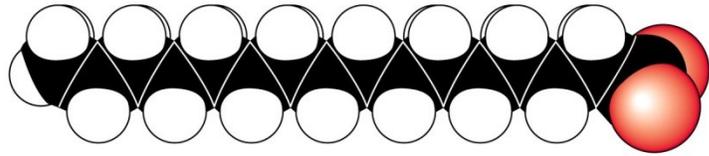


Ácido graxo

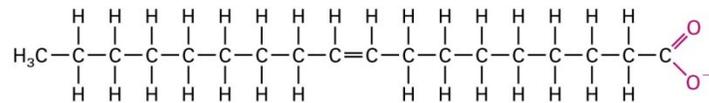
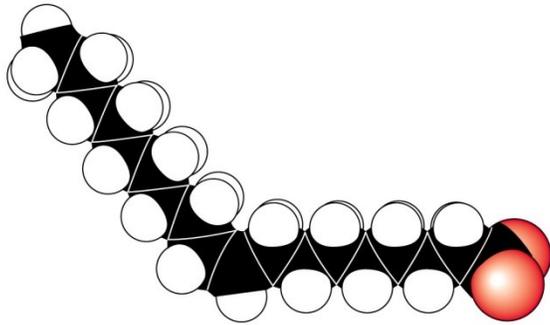


Colesterol -
esterol

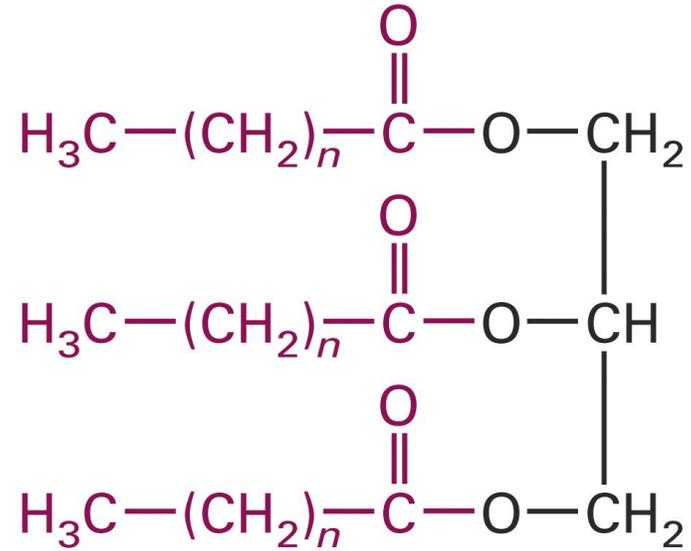
Ácidos graxos



Palmitate
(ionized form of palmitic acid)

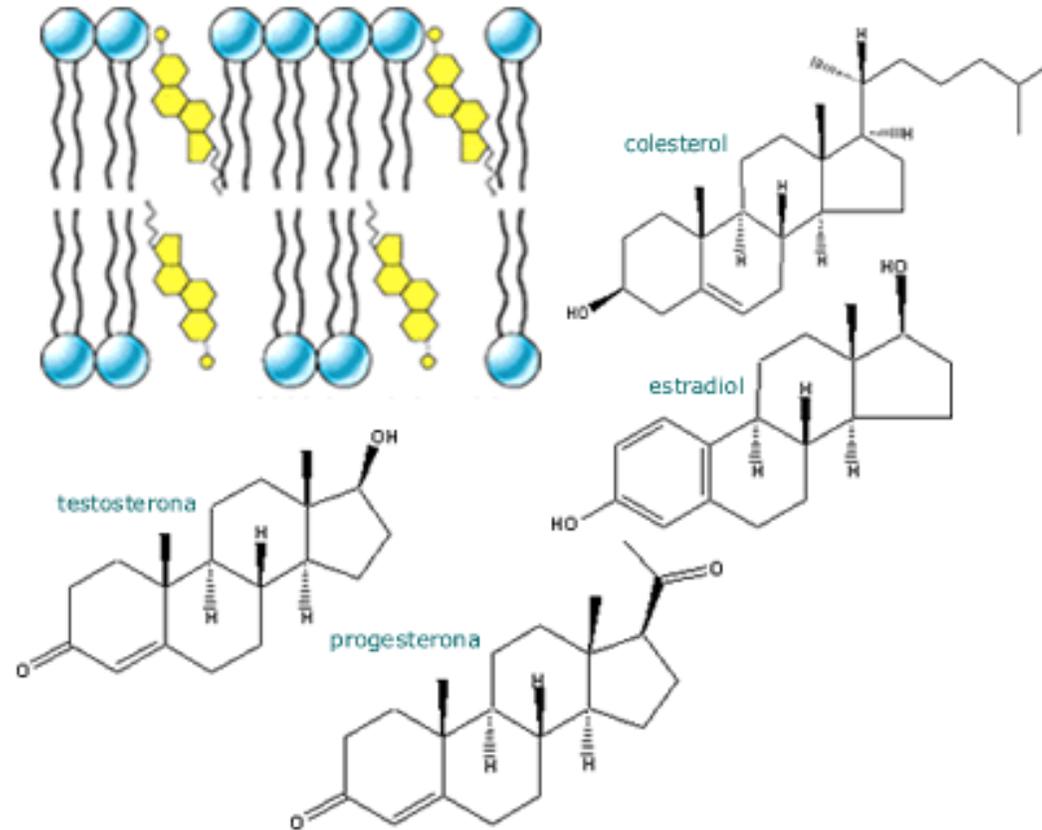


Oleate
(ionized form of oleic acid)



Triacylglycerol

Esteróides



Estudo Dirigido

1. Importância da Água.
2. Macromoléculas mais abundantes na célula.
3. Subunidades que compõe as macromoléculas.
4. Função das macromoléculas.
5. Níveis de estrutura em proteínas.
6. Papel dos polissarídeos
7. Papel dos lípideos.

Capítulo 2 – Componentes químicos das Células

De Robertis, E.M.F.; Hib, J. 2014. *Biologia Celular e Molecular*. 16ª Edição. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

Ou

Alberts, B.; Bray, D.; Hopkin, K.; Johnson, A.; Lewis, J.; Raff, M.; Roberts, K.; Walter, P. 2011. *Fundamentos da Biologia Celular*. 3ª Edição brasileira. Artmed, Porto Alegre

Organização molecular da célula

Forças de coesão de monômeros

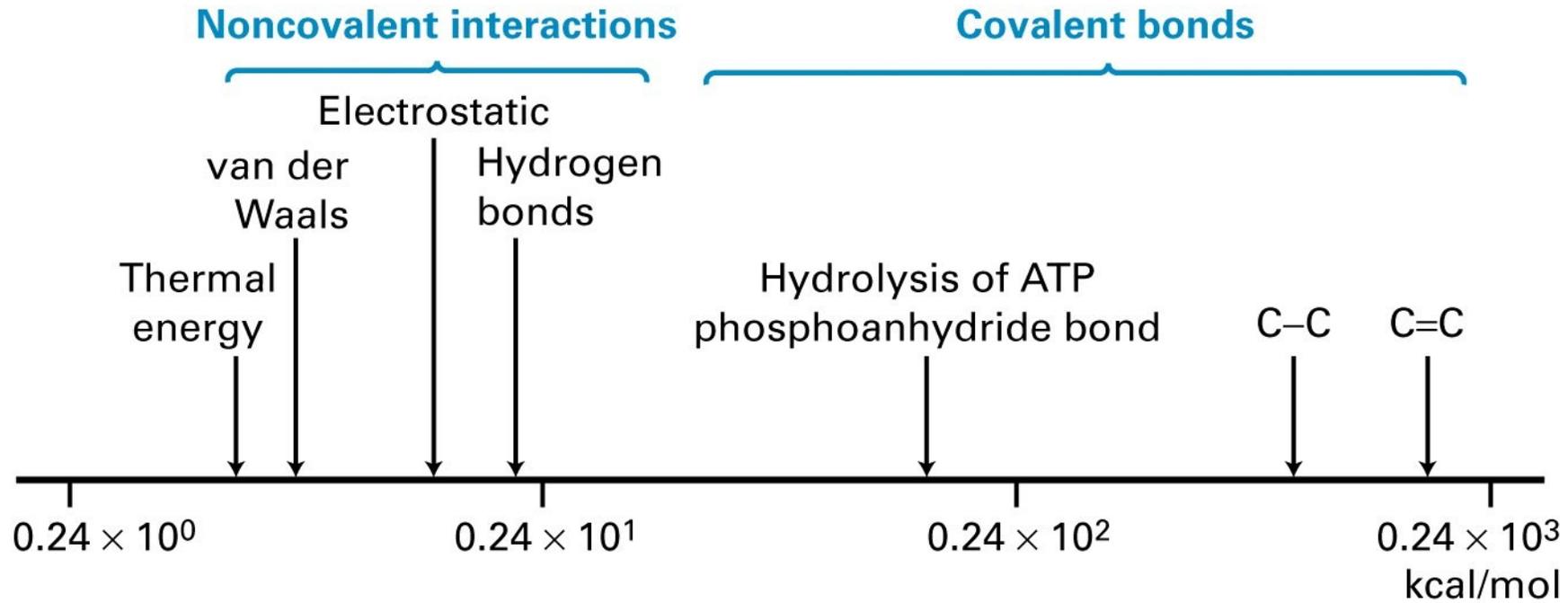
- **Ligações fortes ou covalentes**

- superposição de orbitas externas

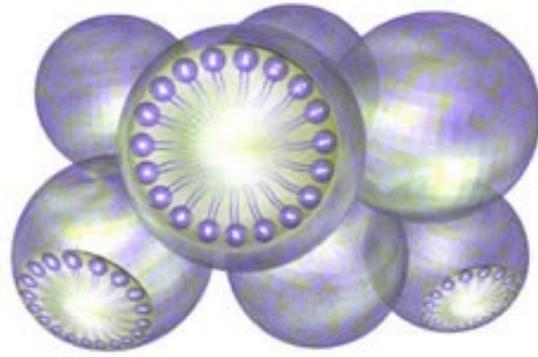
simples	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$	88 kcal/mol
dupla	$\text{C}=\text{C}$	170 kcal/mol
tripla	$\text{C}\equiv\text{C}$	226 kcal/mol

- **Ligações fracas ou não-covalentes**

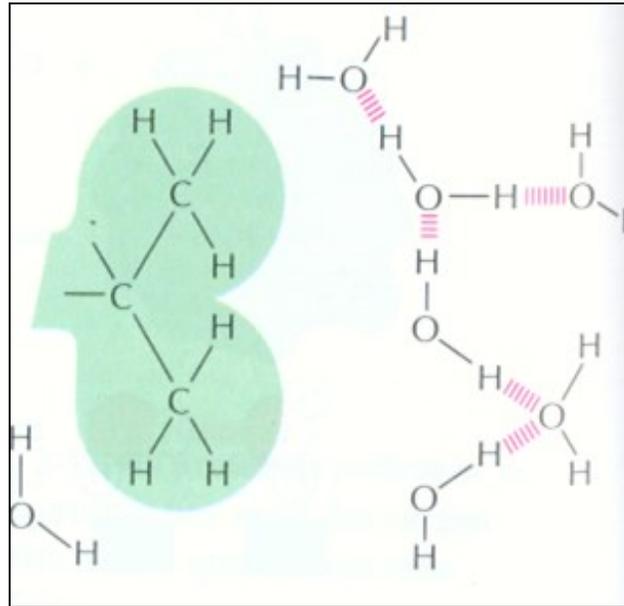
- ponte de H (H compartilhado) 5 kcal/mol
- ligação iônica (ácido-base) 5 kcal/mol
- interação hidrofóbica 1-3 kcal/mol



Interações hidrofóbicas

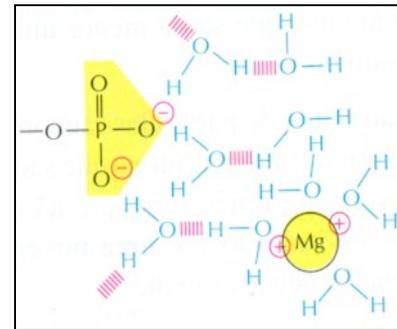
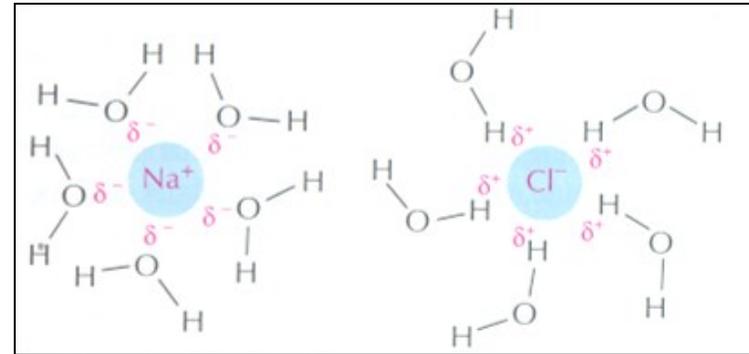


micelas

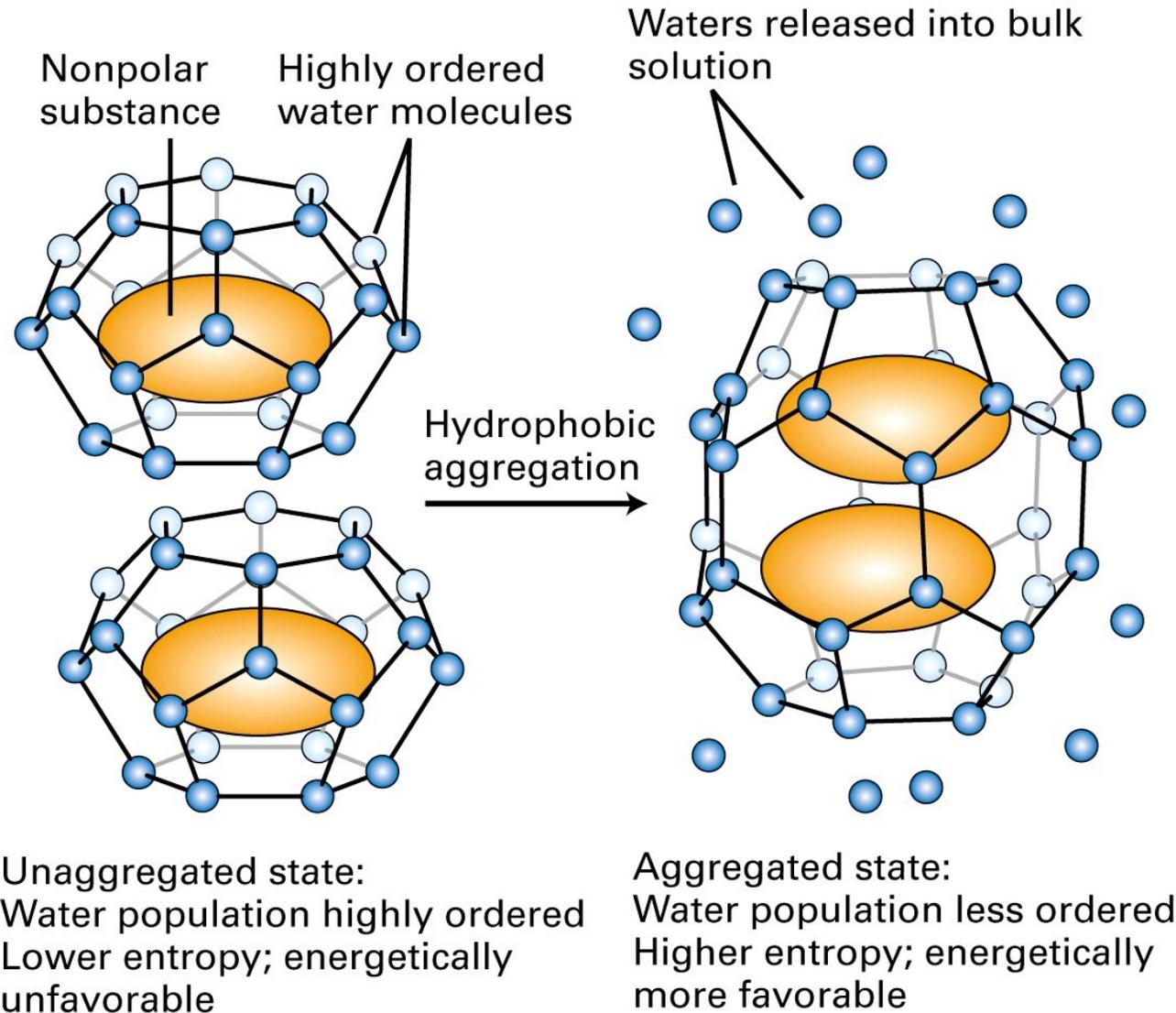


Pontes de Hidrogênio

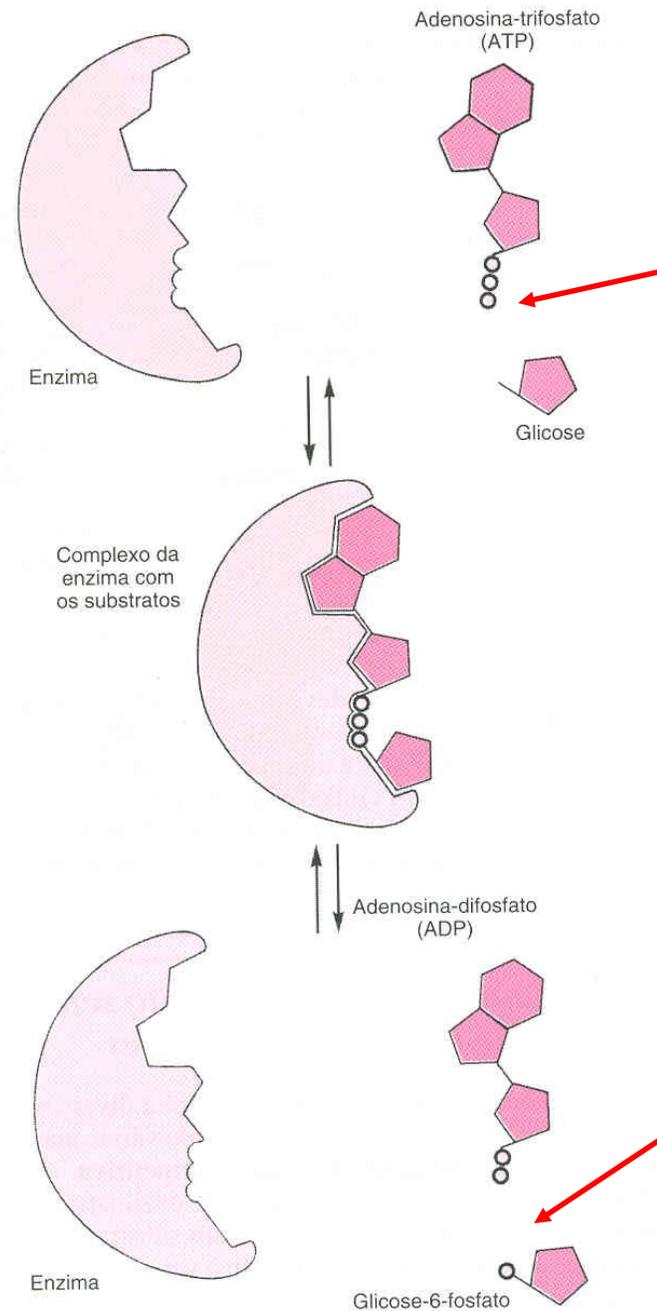
Ligações eletrostáticas ou iônicas



Interações hidrofóbicas



Ação Enzimática



Enzimas

- Inibição competitiva e não-competitiva
- Cadeia enzimática: complexos de moléculas agrupados ou ancorados em membranas
- Isoenzimas: formas diferentes com mesma reação

Regulação enzimática: auto-regulação

- regulação alostérica
- enzima reguladora + efetor ou modulador

Controle Enzimático

