



Carbohidratos

Gliconjugados

Carboidratos



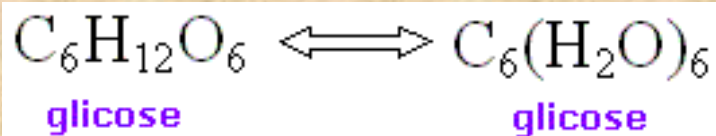
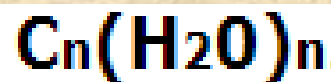
- ✚ Os **carboidratos** são substâncias utilizadas como “combustível” pelo corpo humano - fonte mais importante de energia.
- ✚ Presentes em alimentos como cereais, pão, massas, arroz, farinha e doces.
- ✚ Durante sua digestão, essas substâncias sofrem “quebras” em partes ainda menores e mais fáceis de serem absorvidas pelo corpo, como a **glicose**.

Carboidratos

- # São as moléculas orgânicas mais abundantes na natureza;
 - # Comumente utilizamos o termo carboidrato como sinônimo de açúcar (sabor doce): ???
 - # Sacarídeos, hidratos de carbono, glicídeos
 - # Formados principalmente de C, H, O (N, P, S)
 - # Eles possuem grande variedade de funções biológicas.
-

Conceito e Generalidades

- # Definidos quimicamente como poliidroxialdeídos ou poliidroxicetonas (aldeídos ou cetonas poli-hidroxilados);
- # A fórmula empírica para muitos carboidratos mais simples é:



*glucitol/sorbitol ← (C₆H₁₄O₆) e a ramnose (C₆H₁₄O₅)

*Ácido láctico tem a mesma fórmula: não é carboidrato

Funções dos Carboidratos

‡ **Principal forma de combustível celular (fonte):** a degradação dessas substâncias até CO_2 e H_2O representa a mais importante via de fornecimento de energia para o organismo (glicose e frutose);

*cada grama de carboidrato fornece 4kcal

Importante forma de armazenamento de energia (reserva):

Vegetais (Amido) e Animais (glicogênio);

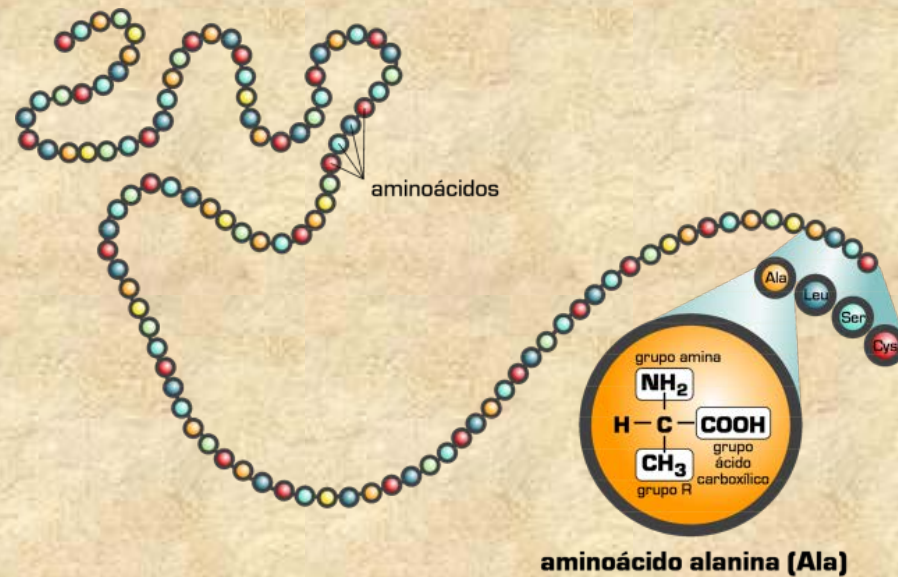
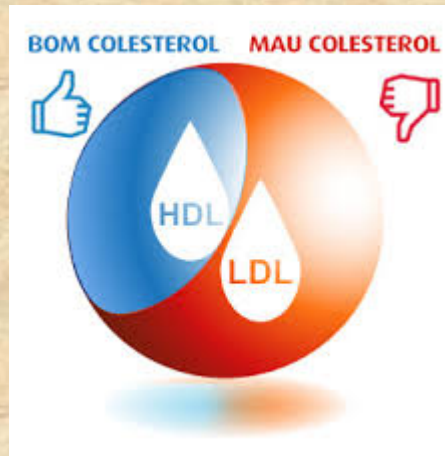
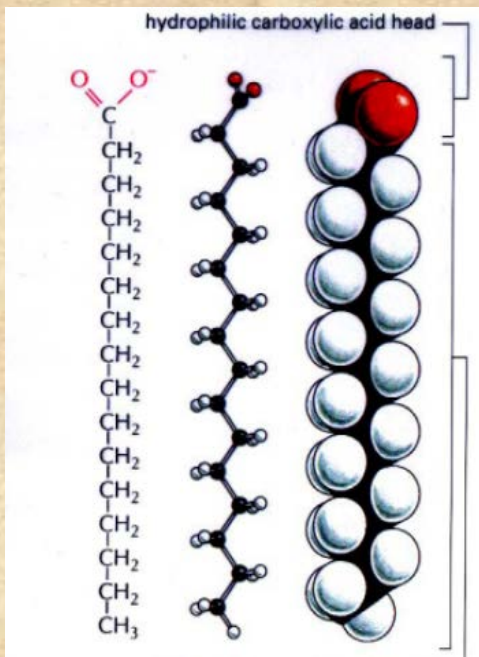
Funções dos Carboidratos

- # Funcionam como elementos de sustentação e estrutura para tecidos de vários organismos:
celulose, ácido hialurônico, quitina;
- # Ácido hialurônico: estética, artrose



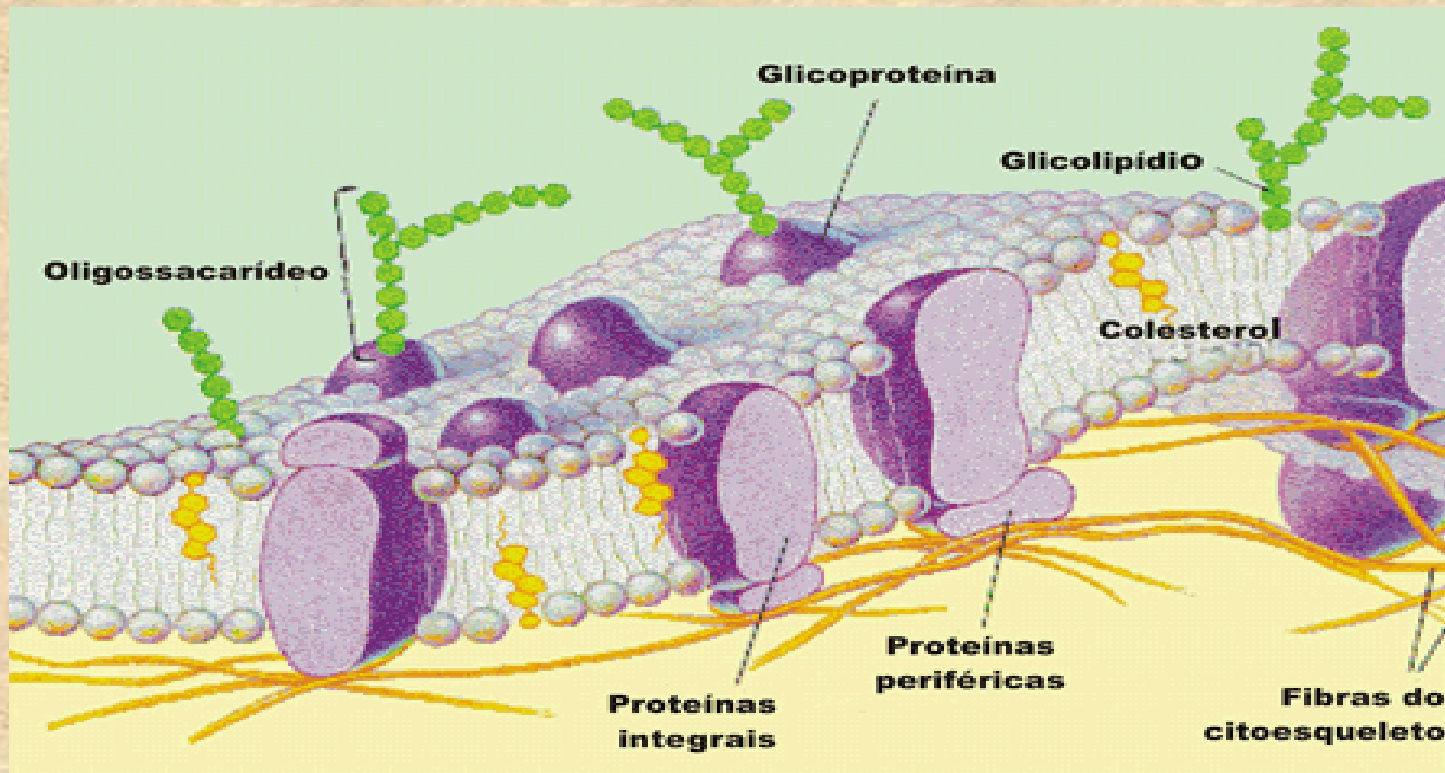
Funções dos Carboidratos

Funcionam como fonte de carbono para biossíntese de ácidos graxos, colesterol, aminoácidos.



Funções dos Carboidratos

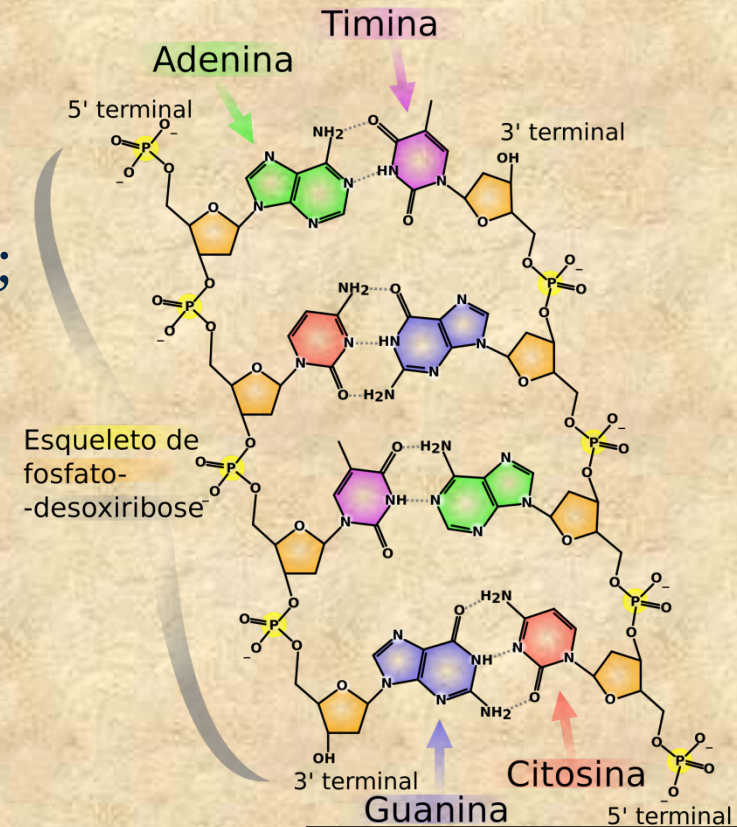
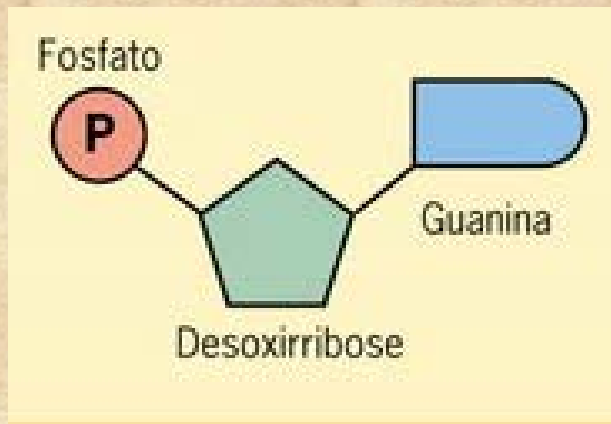
- # São elementos estruturais de paredes celulares de bactérias e vegetais;
- # Componentes da membranas biológicas: *glicoproteínas*, *glicolipídeos*



Funções dos Carboidratos

‡ **Como elementos de defesa:** heparina, mucoproteínas, imunoglobulinas;

‡ **Estrutural:** Ribose e desoxirribose: açúcares dos ácidos nucleicos (DNA e RNA);

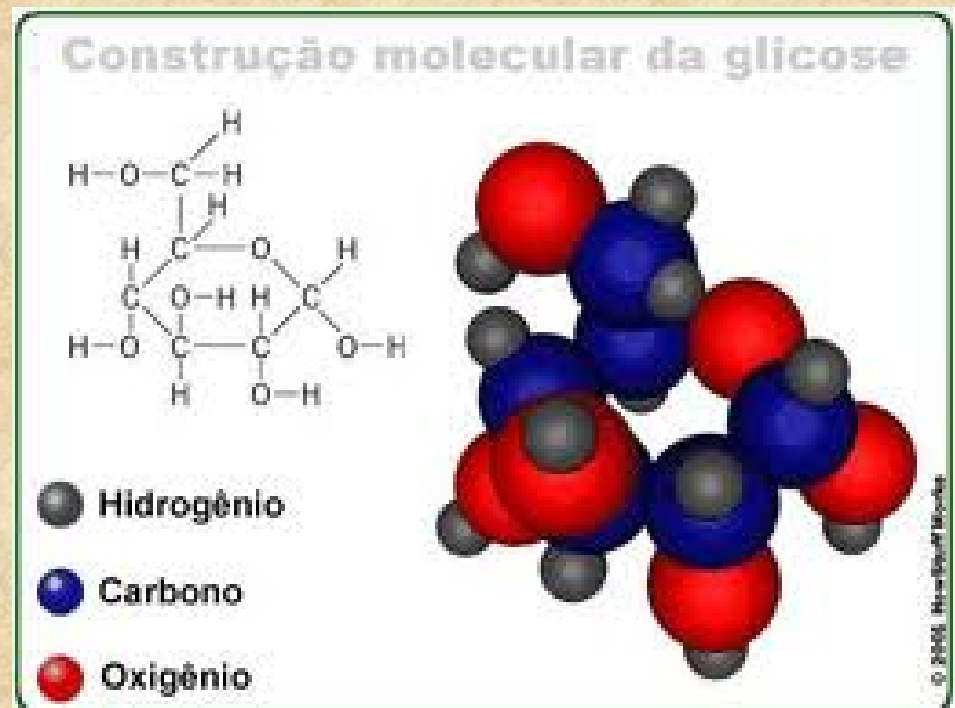
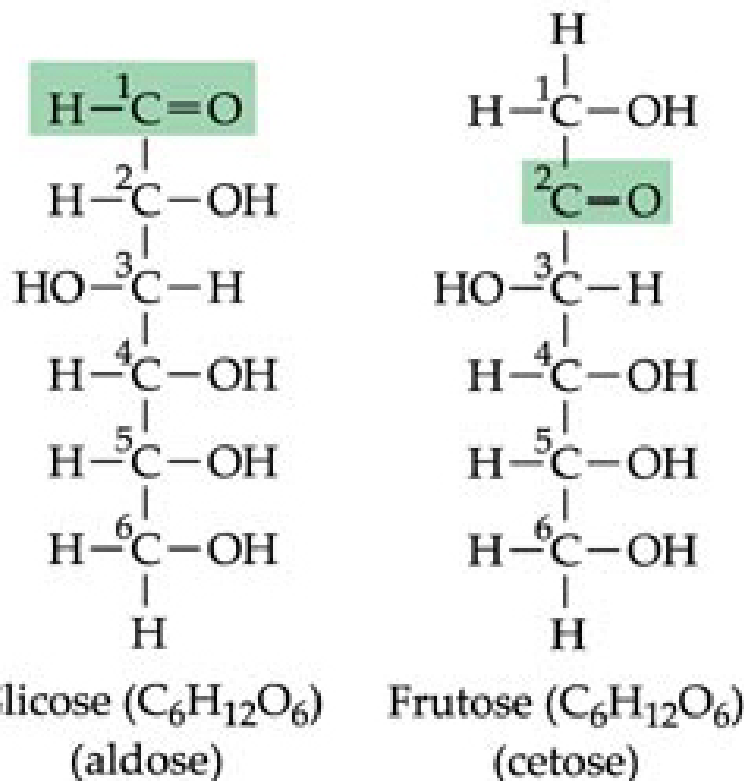


Classificação dos Carboidratos

- # Podem ser divididos em 3 classes principais qto hidrólise:
monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos:
 - # Monossacarídeos (carboidratos + simples);
 - # Dissacarídeos: 2 unidades de monossacarídeos;
 - # Oligossacarídeos: 3 a 10 unid. de monossacarídeos ;
 - # Polissacarídeos: mais de 10 unid. de monossacarídeos;
 - # O termo sacarídeo é derivado do grego *sakcharon* que significa açúcar. Por isso, são assim denominados, embora nem todos apresentem sabor adocicado.
-

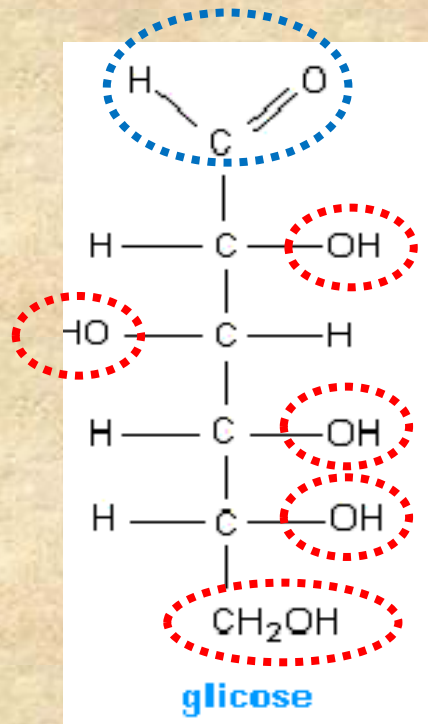
Carboidratos mais simples

Monossacarídeos, Monoses ou Oses



Monossacarídeos ou Oses

- # **Monoses**: açúcares simples que não podem sofrer hidrólise;
- # Todos os carbonos apresentam-se ligados a grupamento alcoólico (hidroxila), com exceção do grupamento carbonílico.



Monossacarídeos: Classificação

1º) Classificação: de acordo com o nº de C:

*3C (trioses): gliceraldeído, di-hidroxiacetona

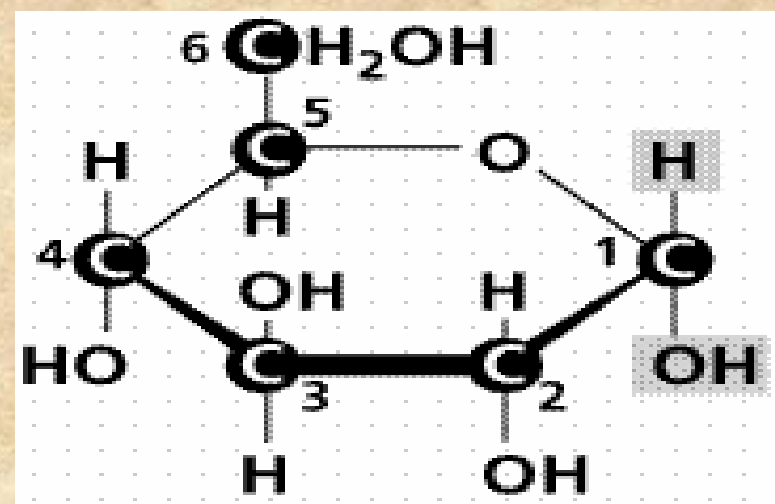
*4C (tetroses): eritrose, treose

***5C (pentoses): ribose**

***6C (hexoses): glicose, frutose**

*7C (heptoses): sedoeptulose

*9C (nanoses): ácido neuramínico

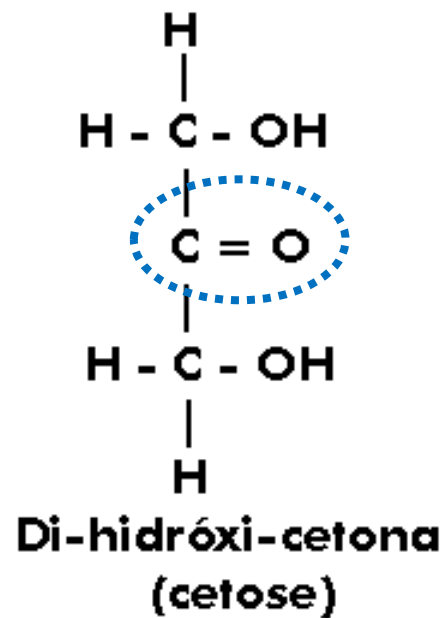
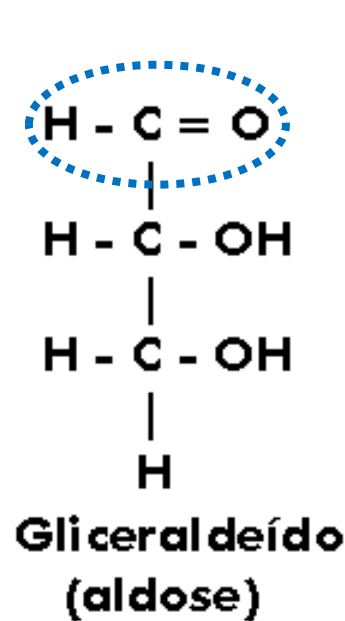


2ª Classificação: de acordo com o grupo funcional principal:

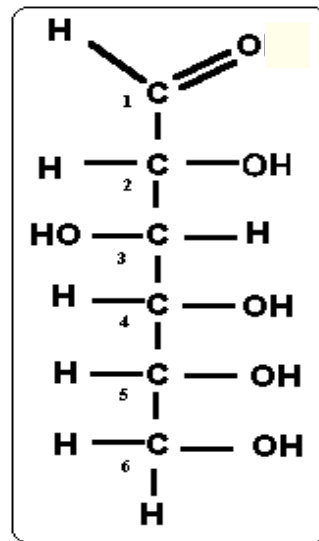
Aldeído (aldoses)

Cetona (cetoses)

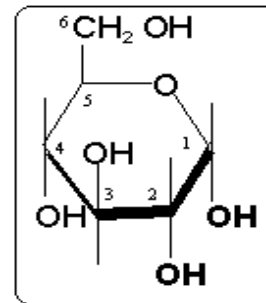
Possuem duas ou mais hidroxilas



GLUCOSE

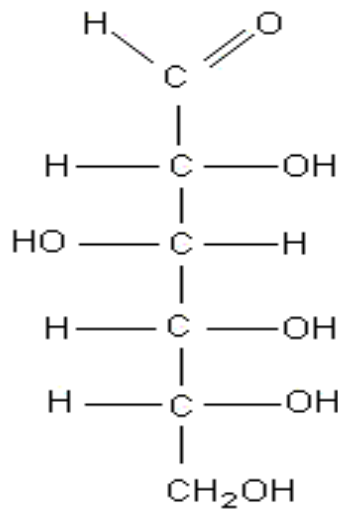


forma linear (Fischer)

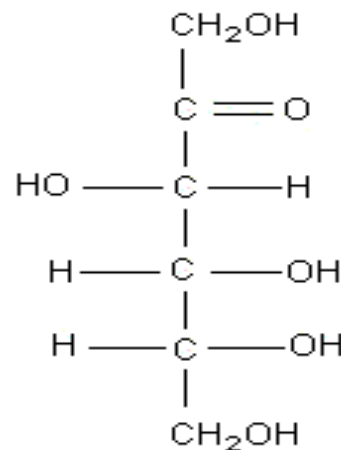


forma cíclica
(Haworth)

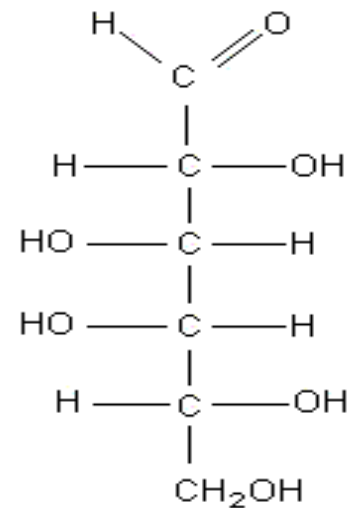
HEXOSES



glucose



fructose



galactose

Monossacarídeos - “açúcares simples”

Hexoses (6 átomos de carbono):

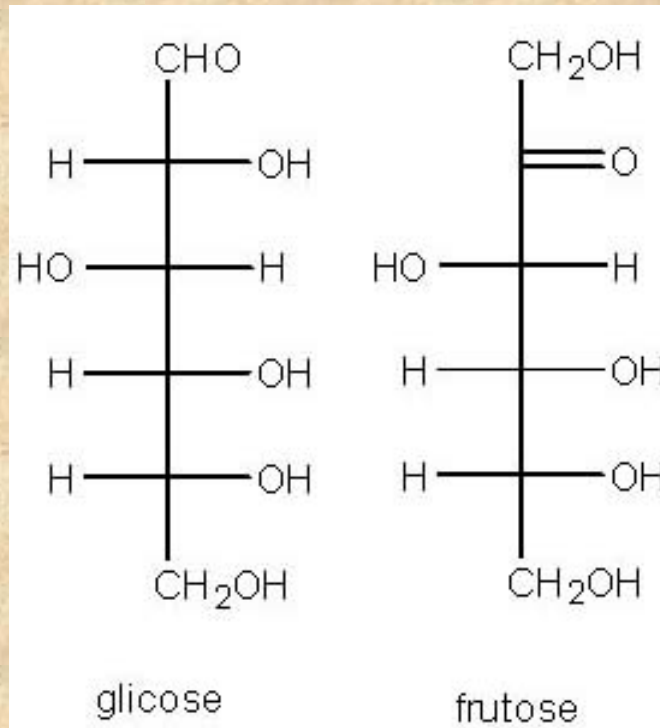
- # **Glicose** – encontrada nas frutas, tubérculos, mel e produto final da degradação de carboidratos complexos. Importante fonte de energia cerebral;
- # **Frutose** – encontrada em frutas e mel. Maior capacidade adoçante;
- # **Galactose** – obtida na degradação da lactose (leite), na lactação e pode ser ressintetizada pelo organismo.

Pentoses (5 átomos de carbono):

Ribose e Desoxirribose - ácidos nucleicos

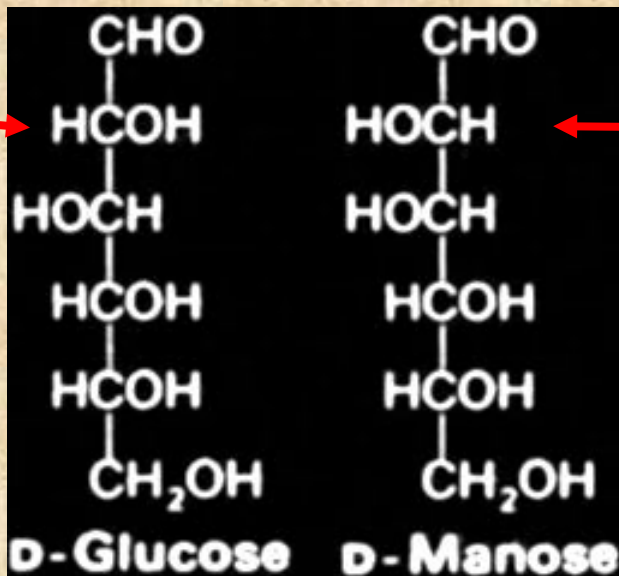
Conceito: Isomeria

- Compostos com mesma fórmula química, mas de estruturas espaciais diferentes: ISÔMEROS

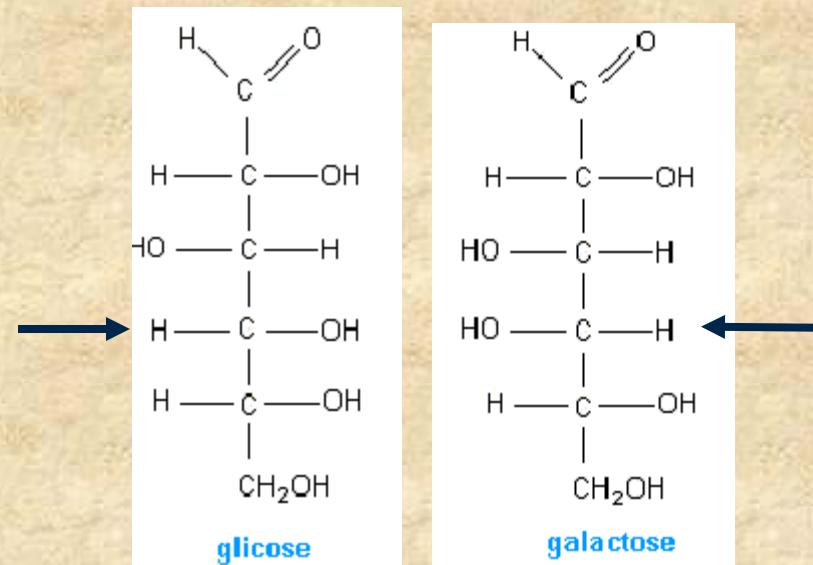


Epimeria

‡ Carboidratos isômeros que diferem na sua configuração ao redor de apenas um determinado átomo de C: EPÍMEROS.



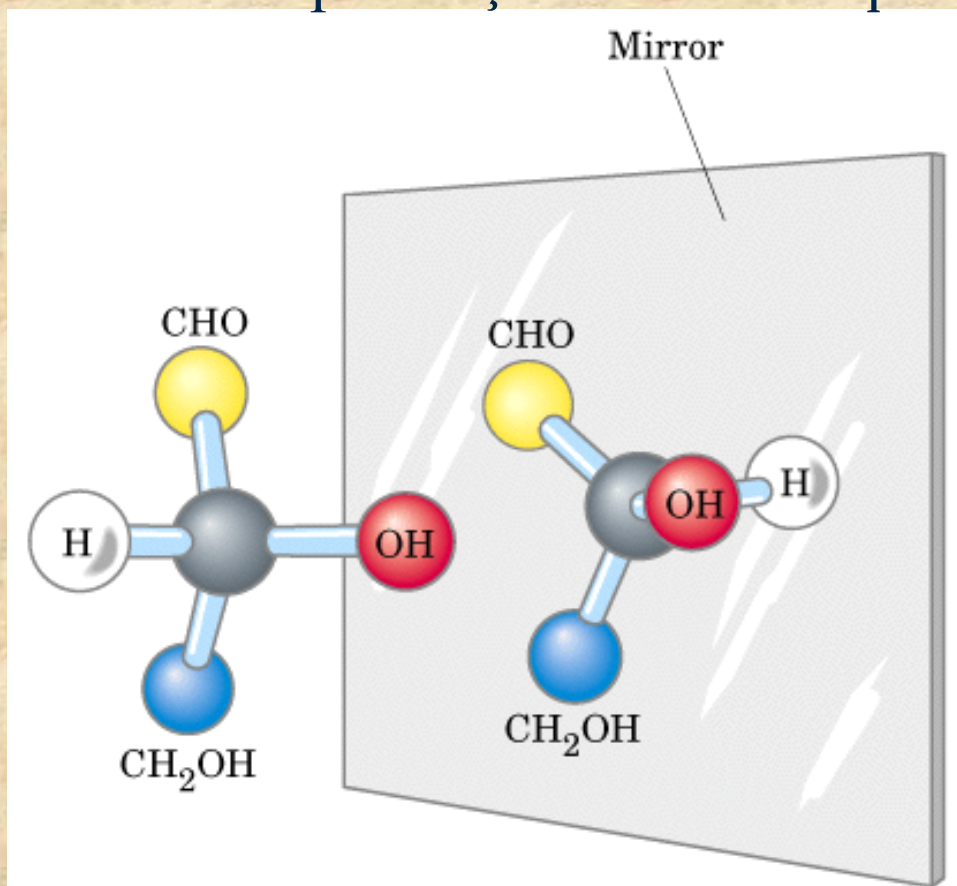
*Epímeros em C-2



*Epímeros em C-4

Enantiômeros

- Isomeria óptica → devido à presença de carbono quiral ou assimétrico (Quiralidade)

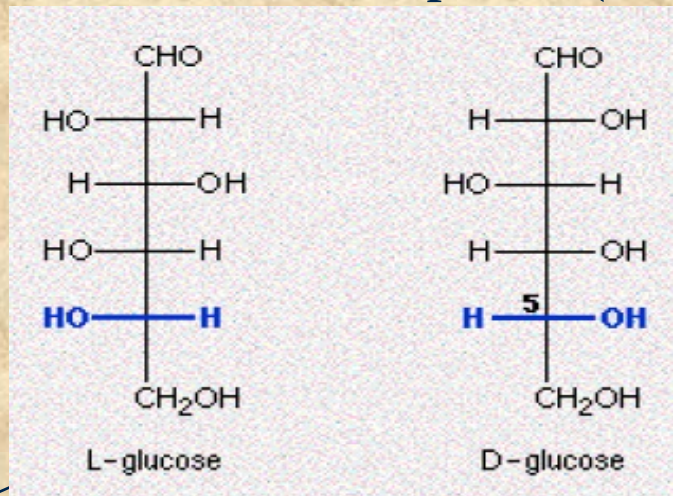


Ball-and-stick models

3ª Classificação de Oses: Isômeros D e L*

- # Tipo especial de isomeria observado em pares de estruturas que são como imagens uma da outra no espelho (imagens especulares).

L-Glicose
D- Glicose



Em seres humanos a maioria dos açúcares é do tipo D- açúcares

OH do C assimétrico:
lado esquerdo

OH do C assimétrico:
lado direito

*Referência: C assimétrico ligado a 4 átomos ou grupos diferentes mais distante do carbono da carbonila

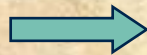
Monossacarídeos: estrutura espacial e características químicas

Ciclização de monossacarídeos

- ✚ Em solução aquosa os monossacarídeos (5 ou mais C) têm forma cíclica

Forma de Fischer

Linear

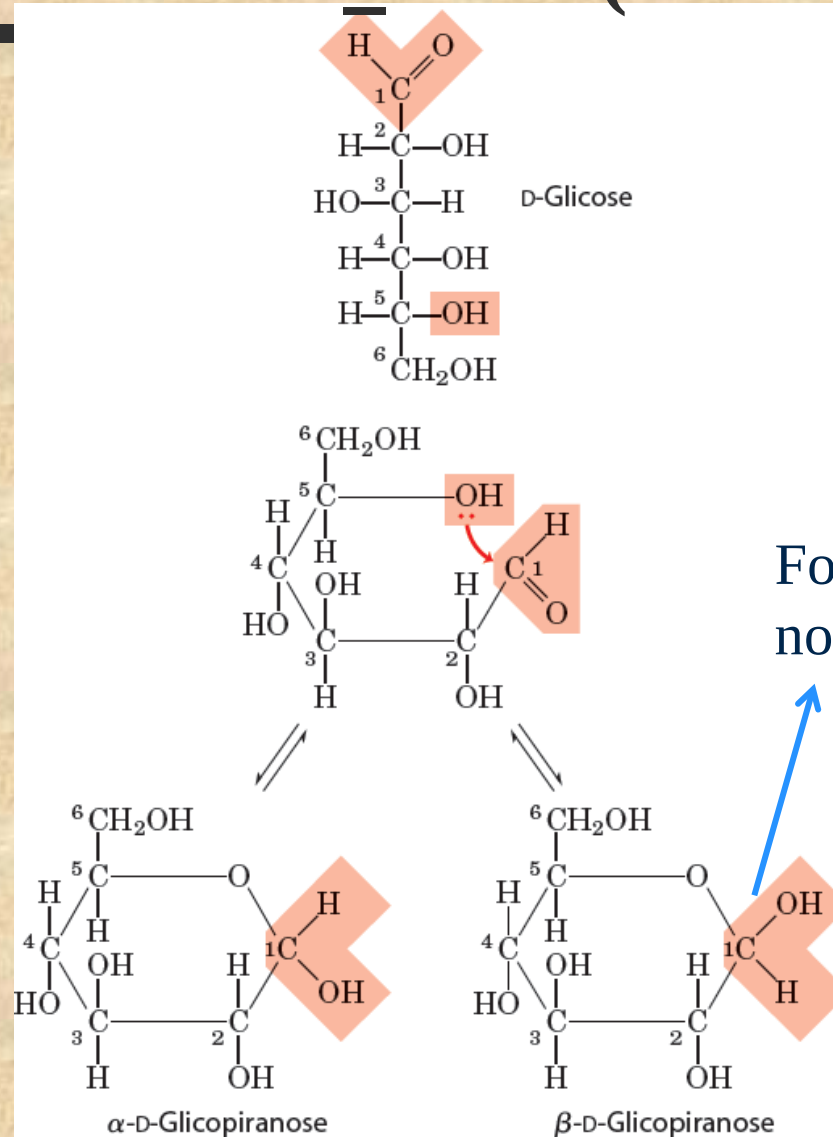


Forma de Haworth

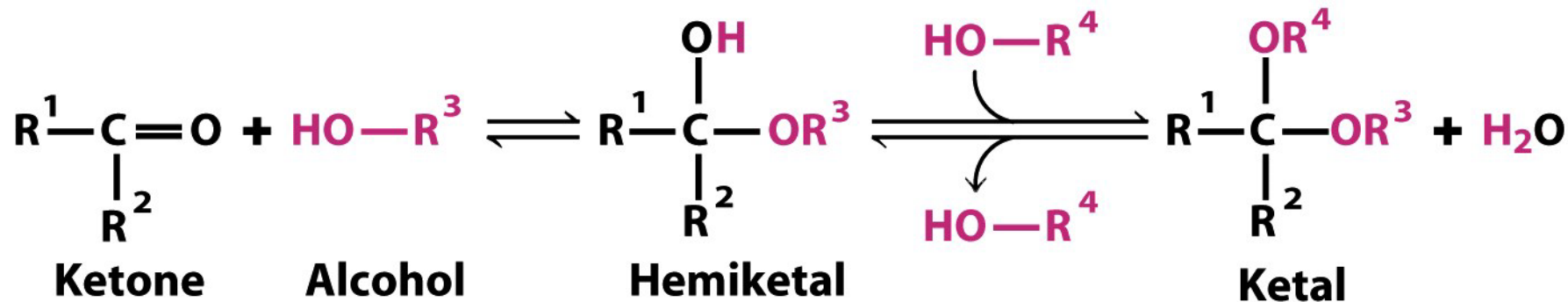
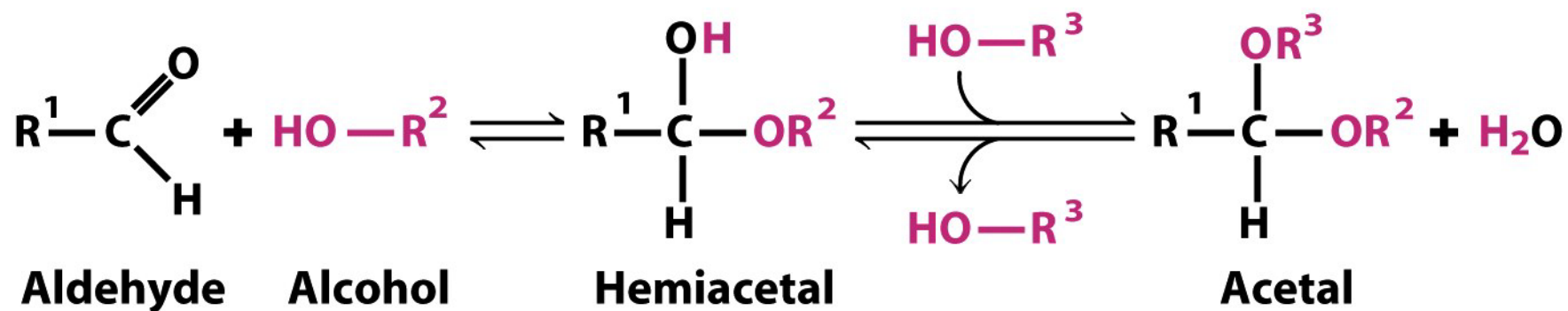
Fechada

Como e porquê isso acontece ???

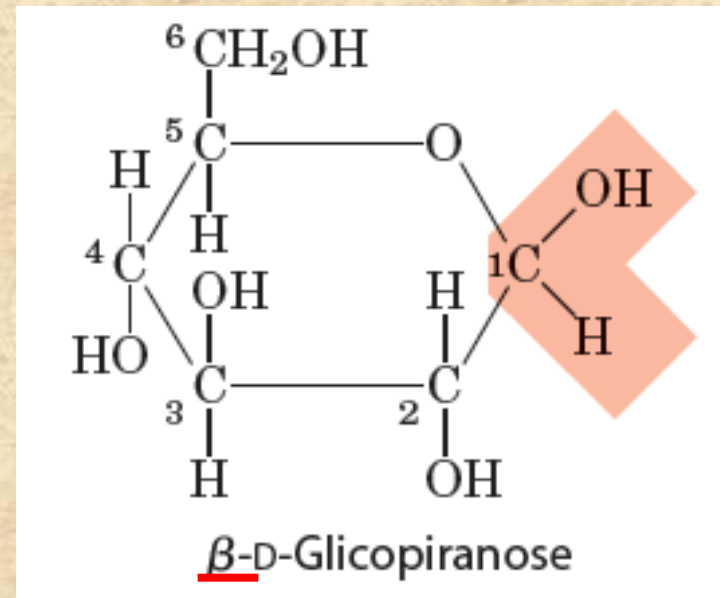
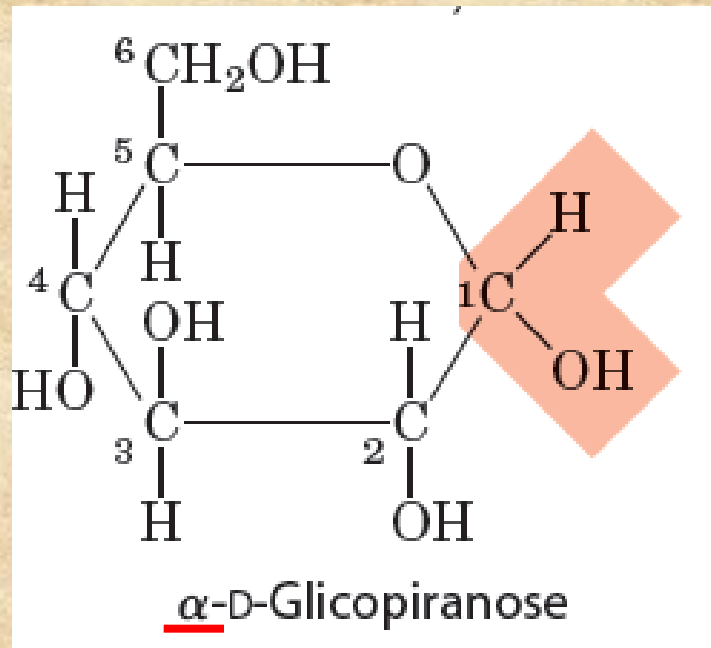
Monossacarídeos: estrutura e características químicas – ciclização, formação do hemiacetal (hemiacetal)



Hemiacetais e Hemiacetais: Reações entre álcool e aldeído ou álcool e cetona



4ª Classificação dos Monossacarídeos: anômeros alfa (α) ou beta (β) decorrentes da ciclização



Formação de um novo centro quiral: isômeros de carbono acetal ou hemiacetal são chamados **anômeros** – hidroxila anomérica reativa e com alta capacidade de se oxidar (forte caráter redutor!)

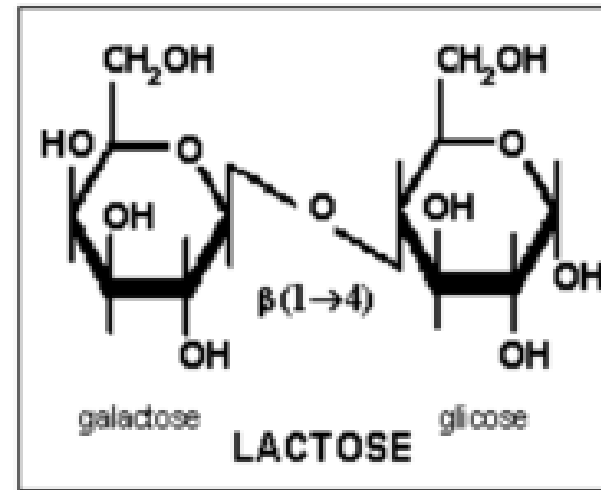
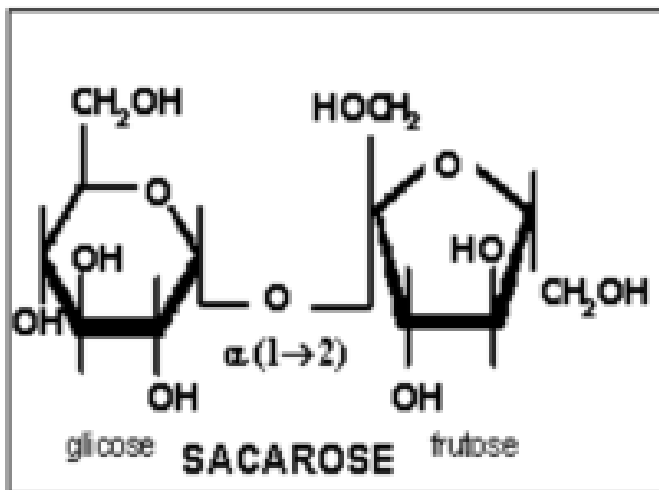
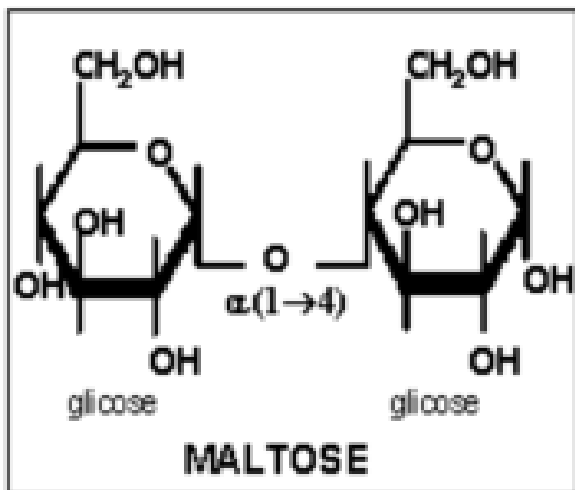
Dissacarídeos

***Lactose** (galactose + glicose): Leite

***Sacarose** (glicose + frutose): Cana e beterraba

***Maltose** (glicose + glicose): Hidrólise do amido. Cerveja e licores de malte.

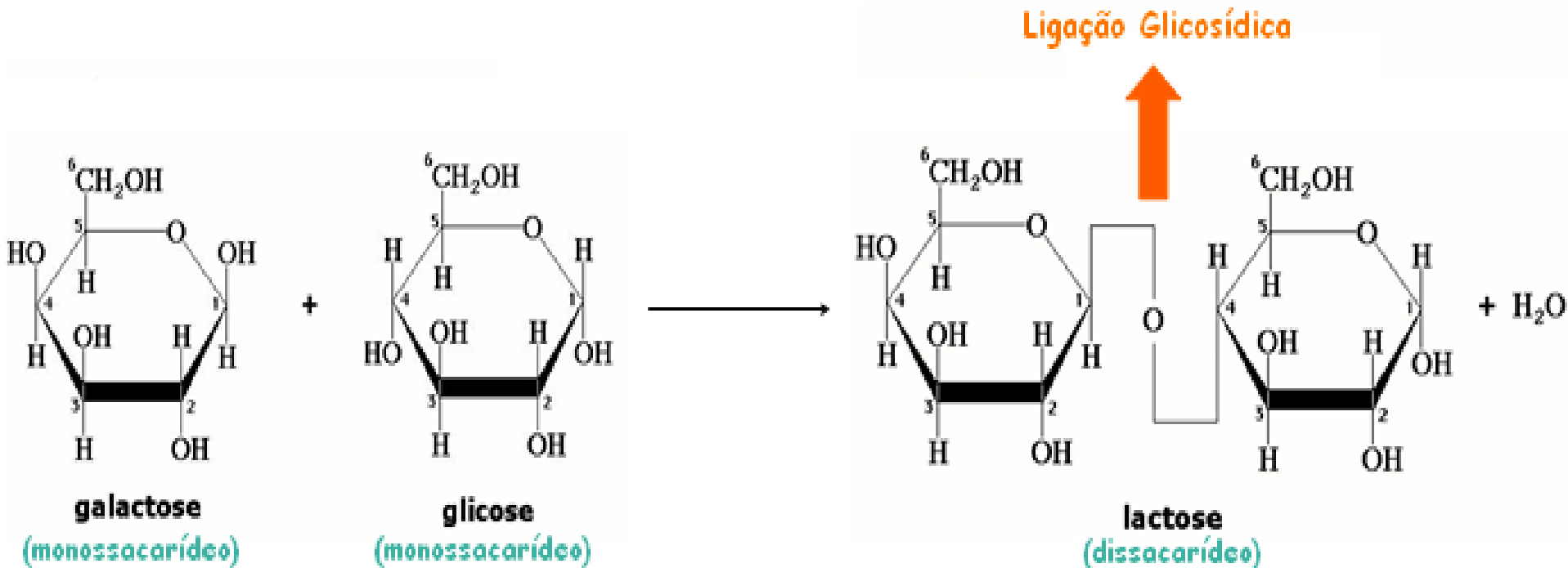
→ **Sabores adocicados.**



↓
AÇÚCAR NÃO-REDUTOR

Unindo Monossacarídeos

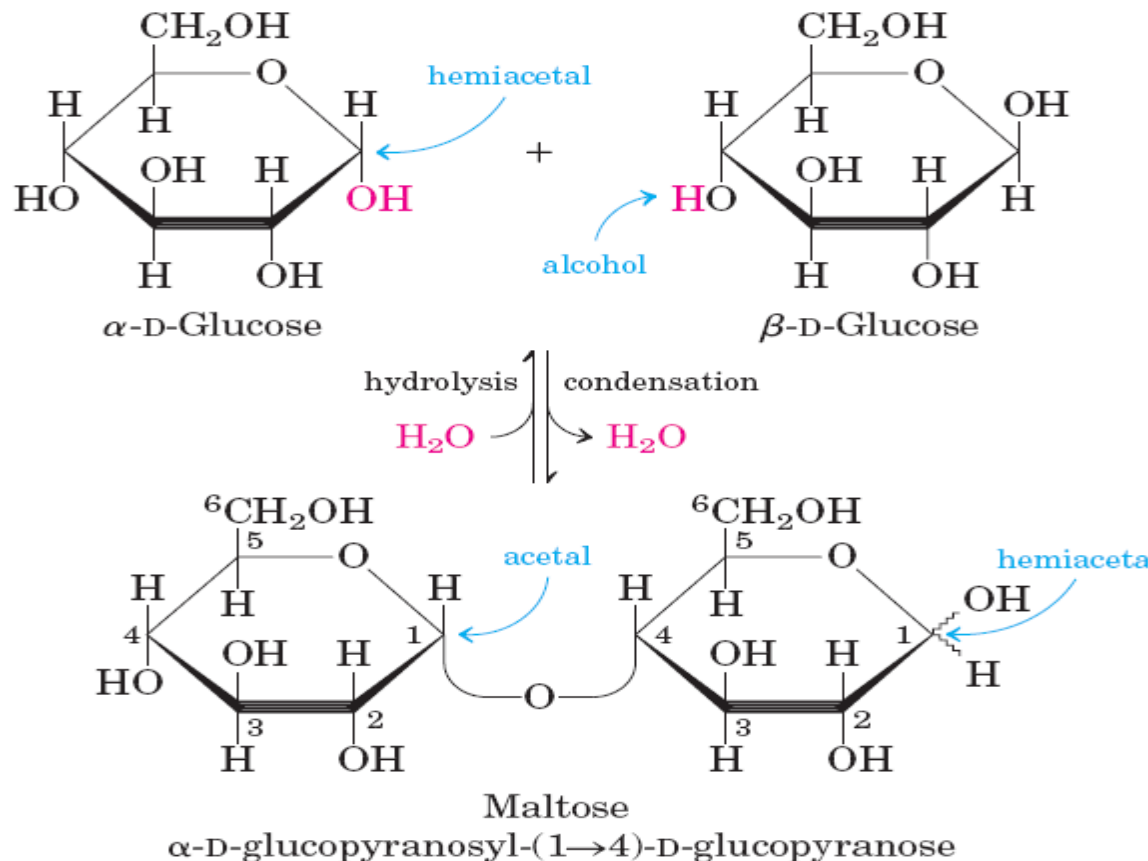
‡ **LIGAÇÕES GLICOSÍDICAS:** formadas entre duas hidroxilas (OH) de duas moléculas de monossacarídeos, com liberação de uma molécula de água.



Dissacarídeos

➤ Ligação glicosídica: a hidroxila do carbono anomérico de um monossacarídeo pode reagir com outra hidroxila para formar uma

ligação glicosídica



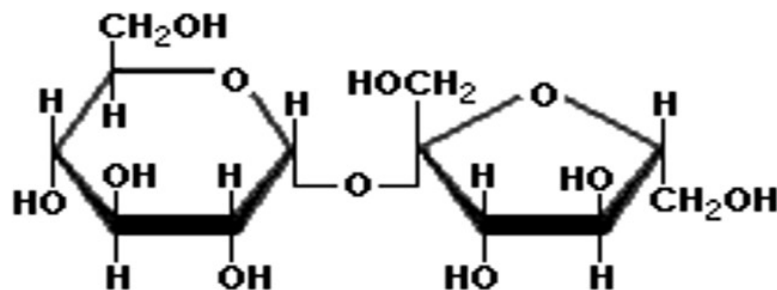
$\alpha 1 \rightarrow 4$

Dissacarídeos

Sacarose (glicose + frutose)

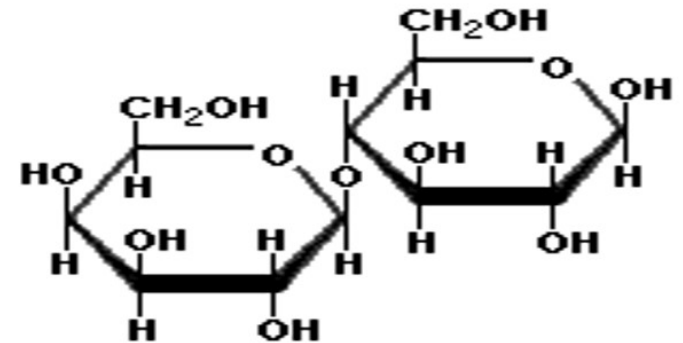


- # Açúcar comum, também encontrada em frutas, vegetais e mel.
- # Constitui grande parte dos carboidratos consumidos pelos seres humanos – vasta aplicação pela indústria



Dissacarídeos

Lactose (galactose + glicose)



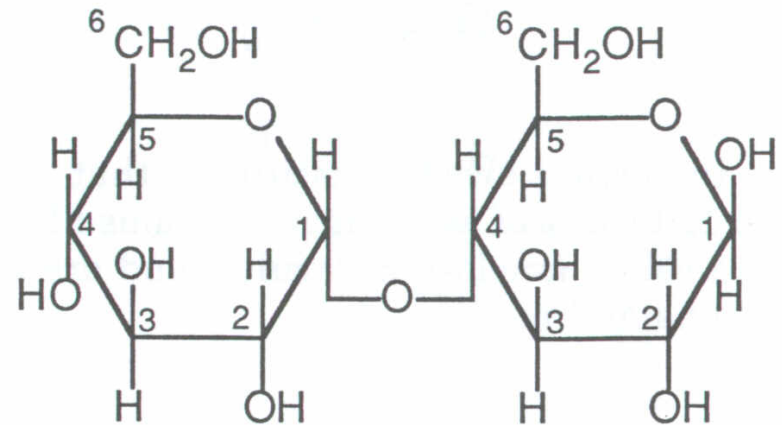
- # Encontrada principalmente nos laticínios
- # Principal fonte energética de lactentes
- # Menor poder adoçante.



Dissacarídeos

Maltose (glicose + glicose)

- ⌘ Produzida através da hidrólise do amido
- ⌘ Uso empregado na fabricação de cerveja

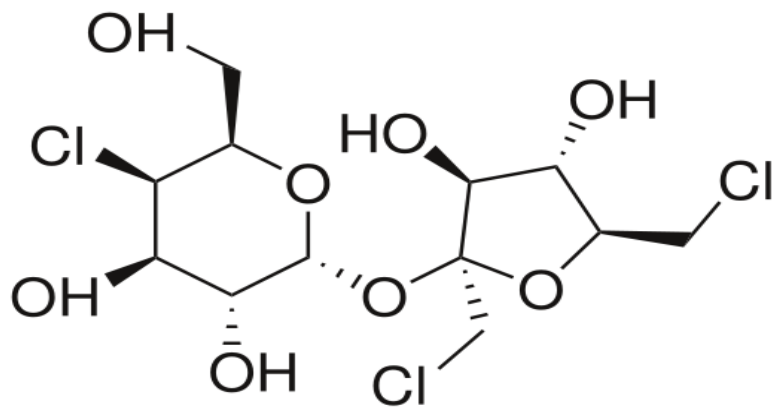


Maltose

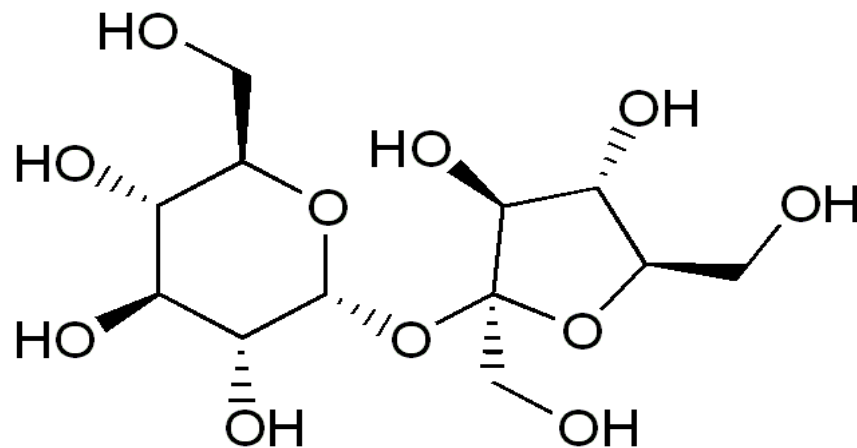
Dissacarídeos

- Sucralose – adoçante artificial. Nome pelo IUPAC: 1,6-Dichloro-1,6-dideoxy- β -D-fructofuranosyl-4-chloro-4-deoxy- α -D-galactopyranoside
- Ela é aproximadamente 600 vezes mais doce do que sacarose, 2 vezes mais doce do que sacarina e 3.3 vezes mais doce do que aspartame.

Sucralose



Sacarose



Oligossacarídeos

Rafinose e Estaquiase

(Trissacarídeo = Galac+Gli+Frut)

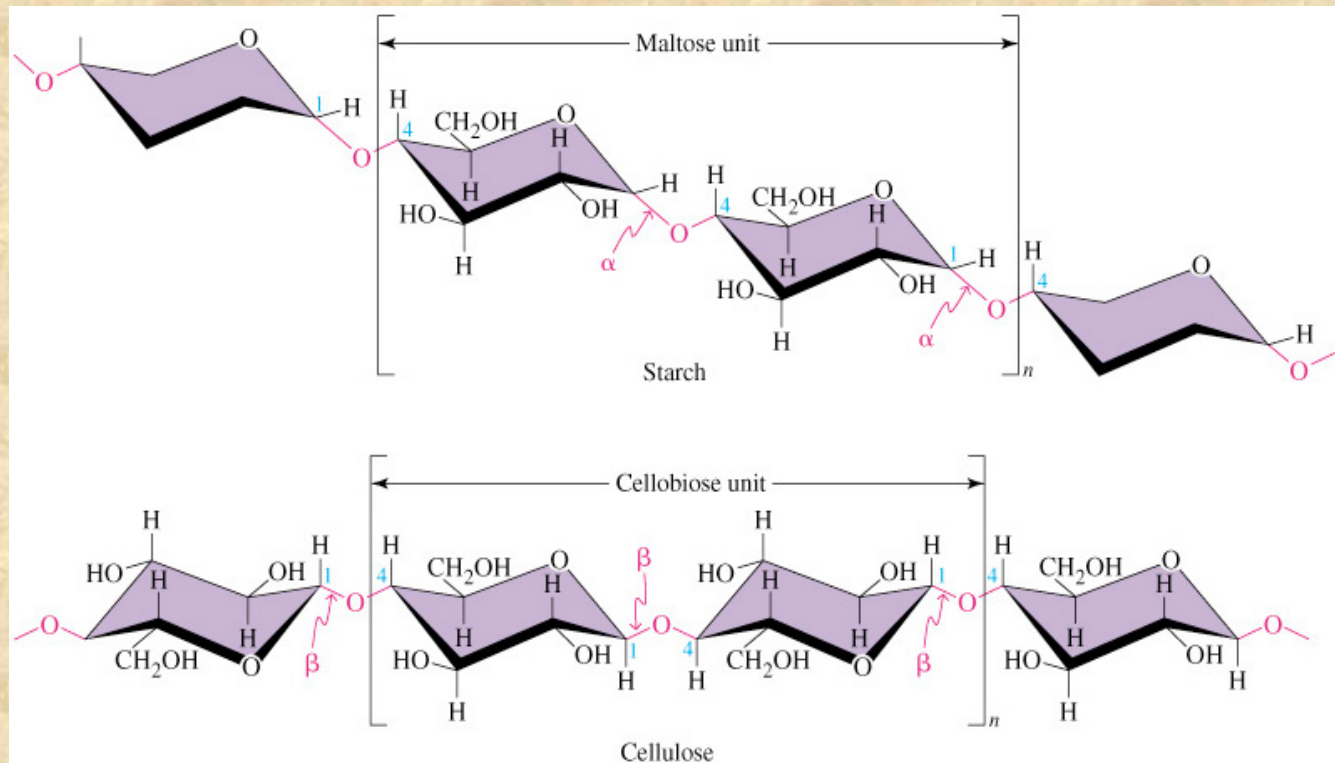
(Tetrassacarídeo = 2Galac+Glic+Frut)

- # 3-10 unidades de monossacarídeos
- # Encontrados em legumes
- # Não fermentados por enzimas pancreáticas



Polissacarídeos

- Constituídos por mais de 10 unidades de monossacarídeos
- Formados pela ligação de moléculas de glicose, variando na conformação/ligação química.



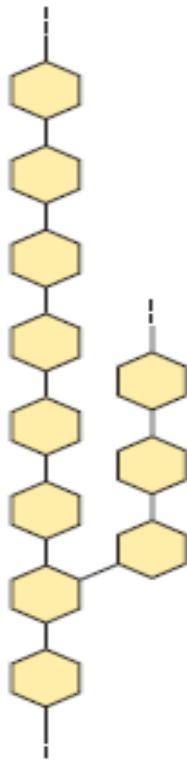
Polissacarídeos:

- um monômero - homopolissacarídeos
- vários monômeros - heteropolissacarídeos

Homopolysaccharides

Unbranched

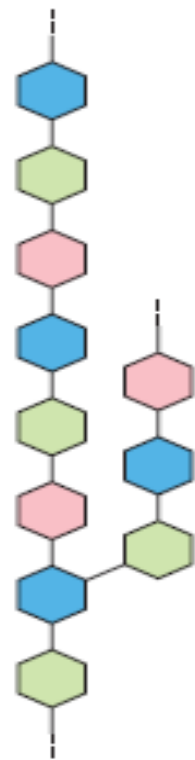
Branched



Heteropolysaccharides

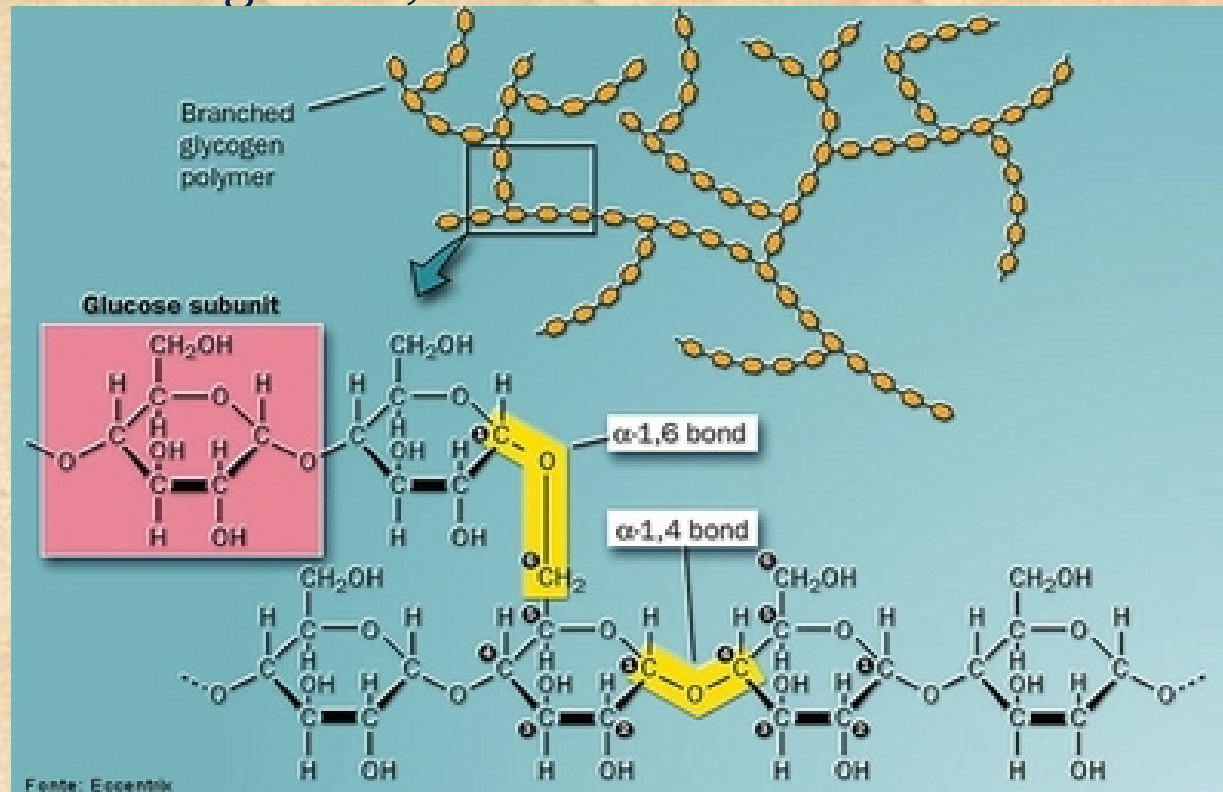
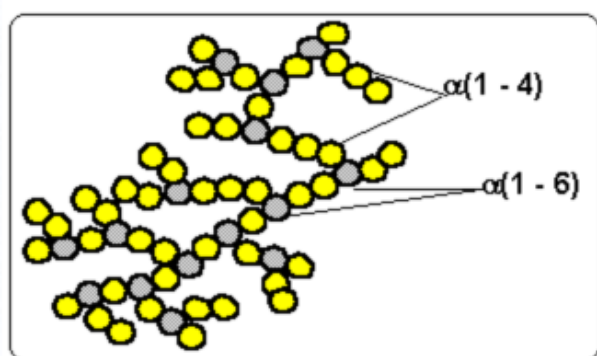
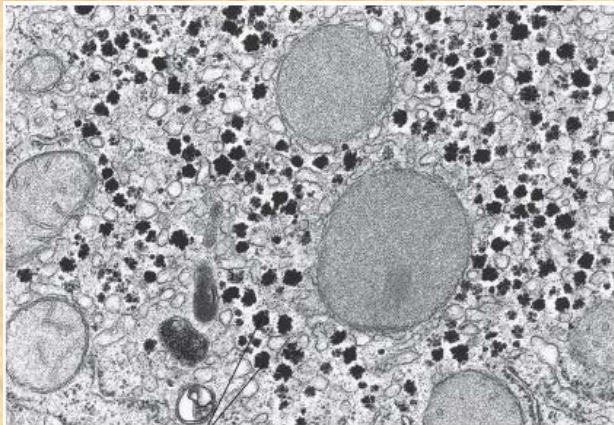
Two
monomer
types,
unbranched

Multiple
monomer
types,
branched



Polissacarídeos

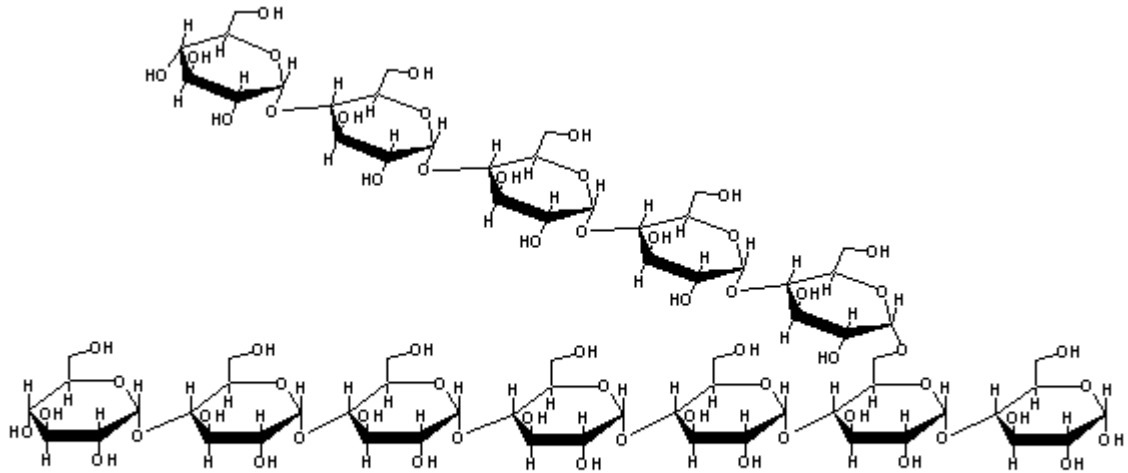
- Glicogênio (cadeia ramificada): reserva de energia em animais.
- polímero de glicose (homopolissacarídeo) contendo ligações (α 1-4 = linear) e (α 1-6 = ramificação)
- Pode ser hidrolisado à glicose;



Polissacarídeos

Glicogênio

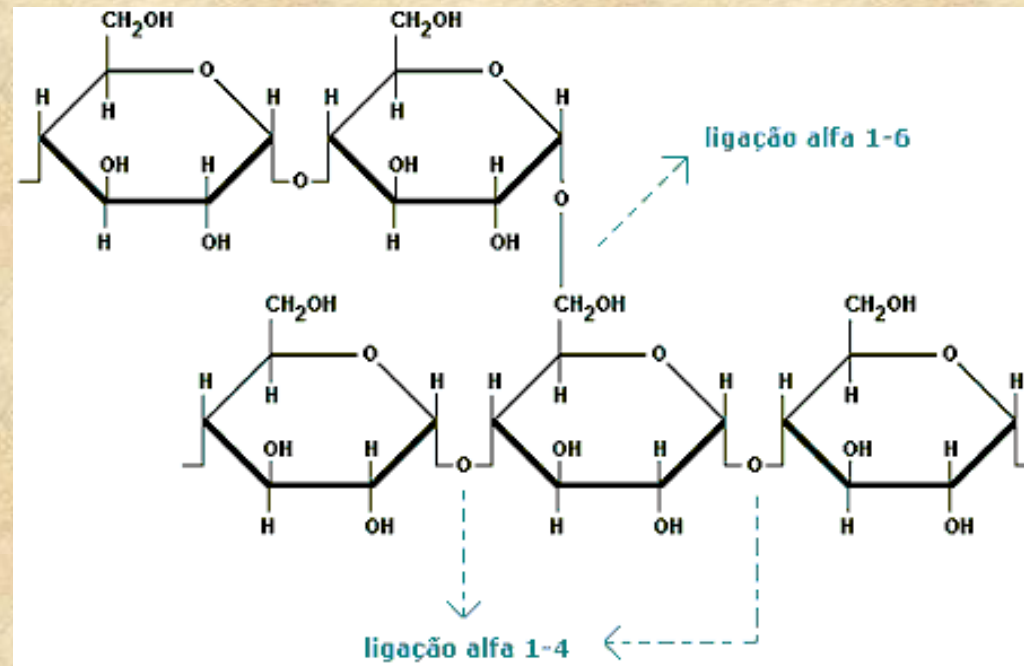
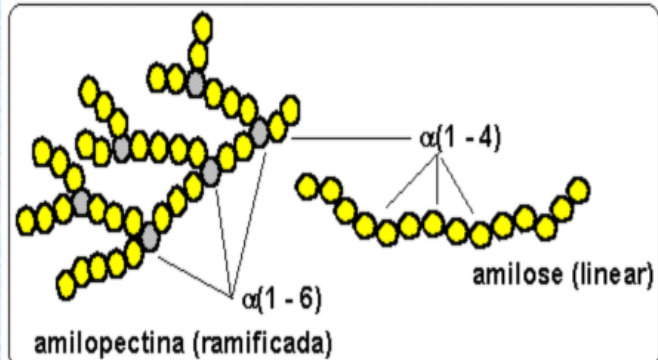
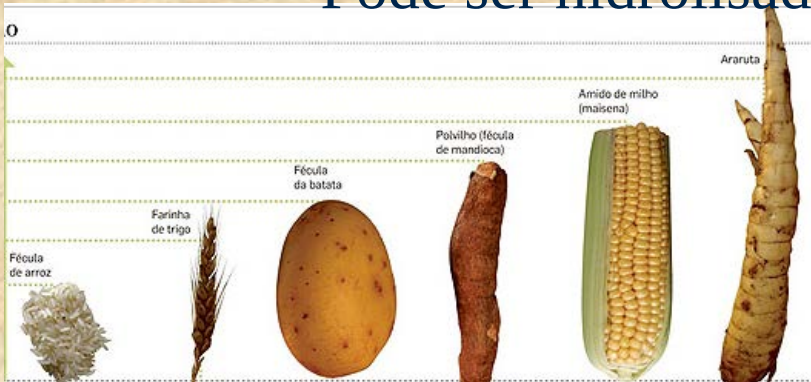
- ✦ Polissacarídeo de reserva energética
- ✦ Formado por cadeias ramificadas de glicose
- ✦ Armazenado no fígado e músculos
- ✦ Importante papel na manutenção da glicemia.



Glicogênio é mais ramificado (8-12 resíduos de glicose) do que amilopectina (24-30 resíduos).

Polissacarídeos

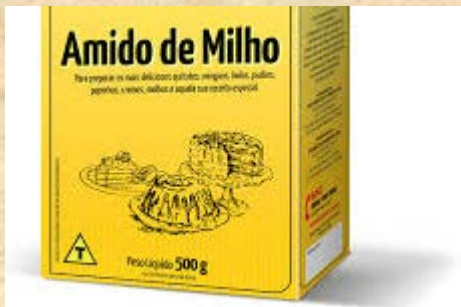
- * Amido (cadeia ramificada): reserva de energia em vegetais. Polímero de glicose (homopolissacarídeo)
 - - amilose (α 1-4) não-ramificada ou linear
 - - amilopectina (α 1-4, linear) e (α 1-6, ramificação)
 - - Pode ser hidrolisado à maltose e glicose.



Polissacarídeos

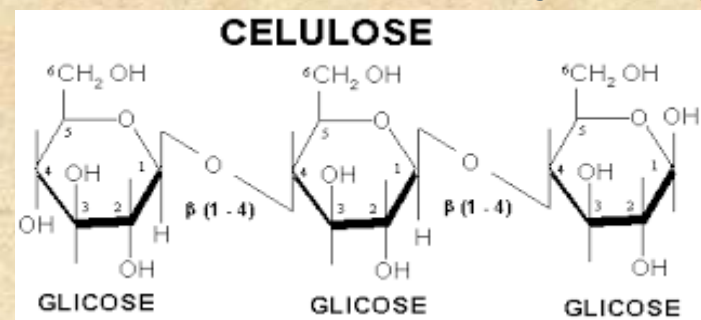
Amido

- ✚ Encontrado em vegetais, constituído por:
- ✚ amilose (glicose ligadas linearmente)
- ✚ amilopectina (glicose em cadeias ramificadas)



Polissacarídeos

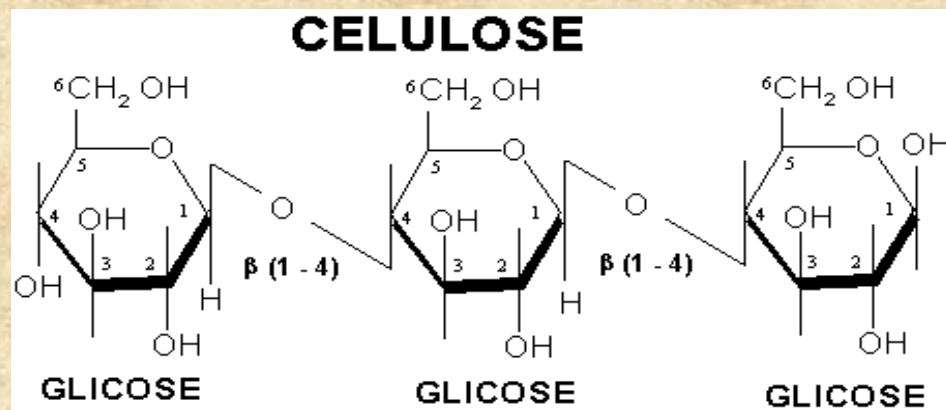
* Celulose (polímeros de glicose - cadeia linear): estrutura para células vegetais. Principal constituinte das paredes celulares e tecido de sustentação vegetal: encontrada em cascas de frutas/vegetais, folhosos e cereais integrais.



Não é hidrolisado em seres humanos

Insolúvel em água

Polissacarídeos



**Formada por ligações β 1-4
agrupam as moléculas
construindo as fibras**

Fibras dietéticas são ricas em celulose, que não podem ser digeridas pelos seres humanos;

Presença de fibras na alimentação resulta de efeitos fisiológicos benéficos.



Homopolissacarídeos

- Quitina: um polissacarídeo, insolúvel e formado por unidades de N-acetilglicosamina (β -(1-4) 2-acetamido-2-deoxi-D-glicose).
- É o constituinte principal dos exoesqueletos dos artrópodes.

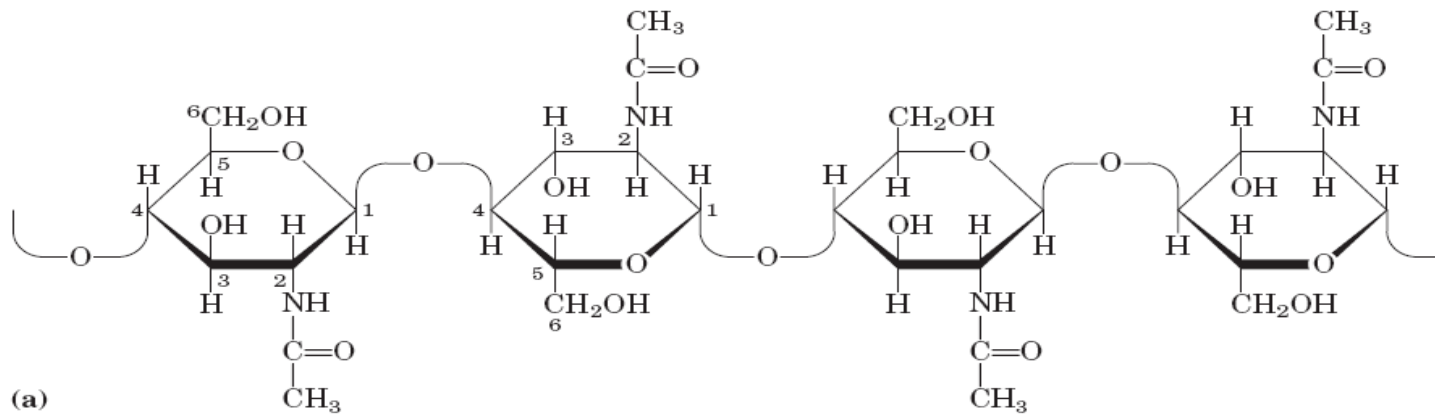


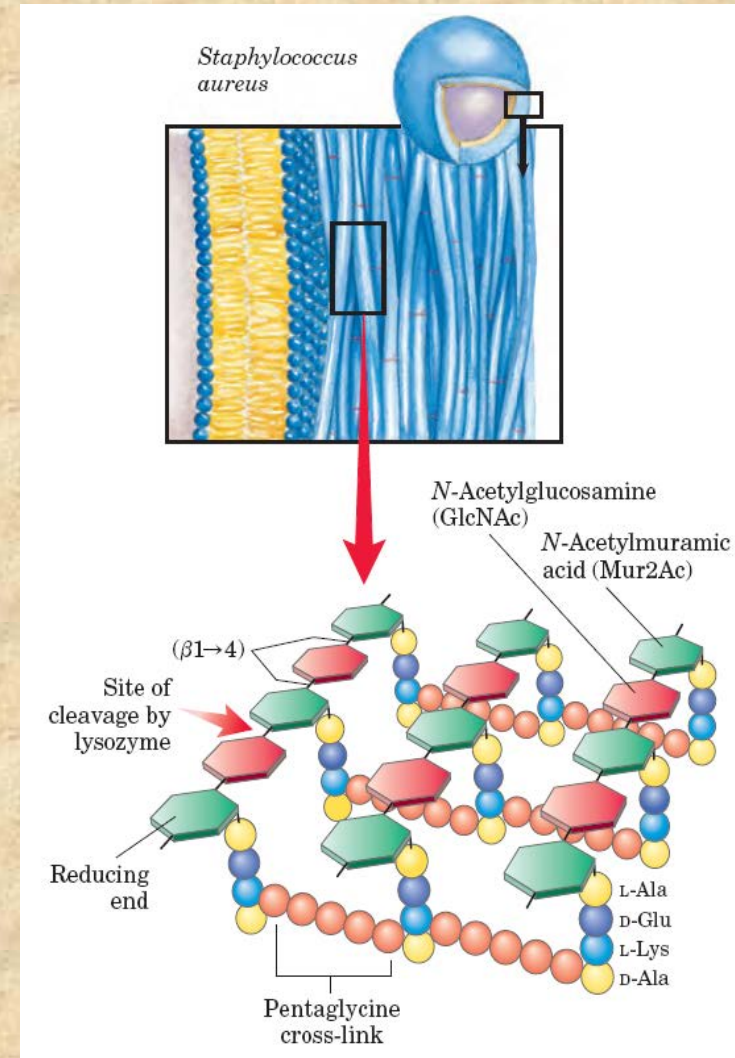
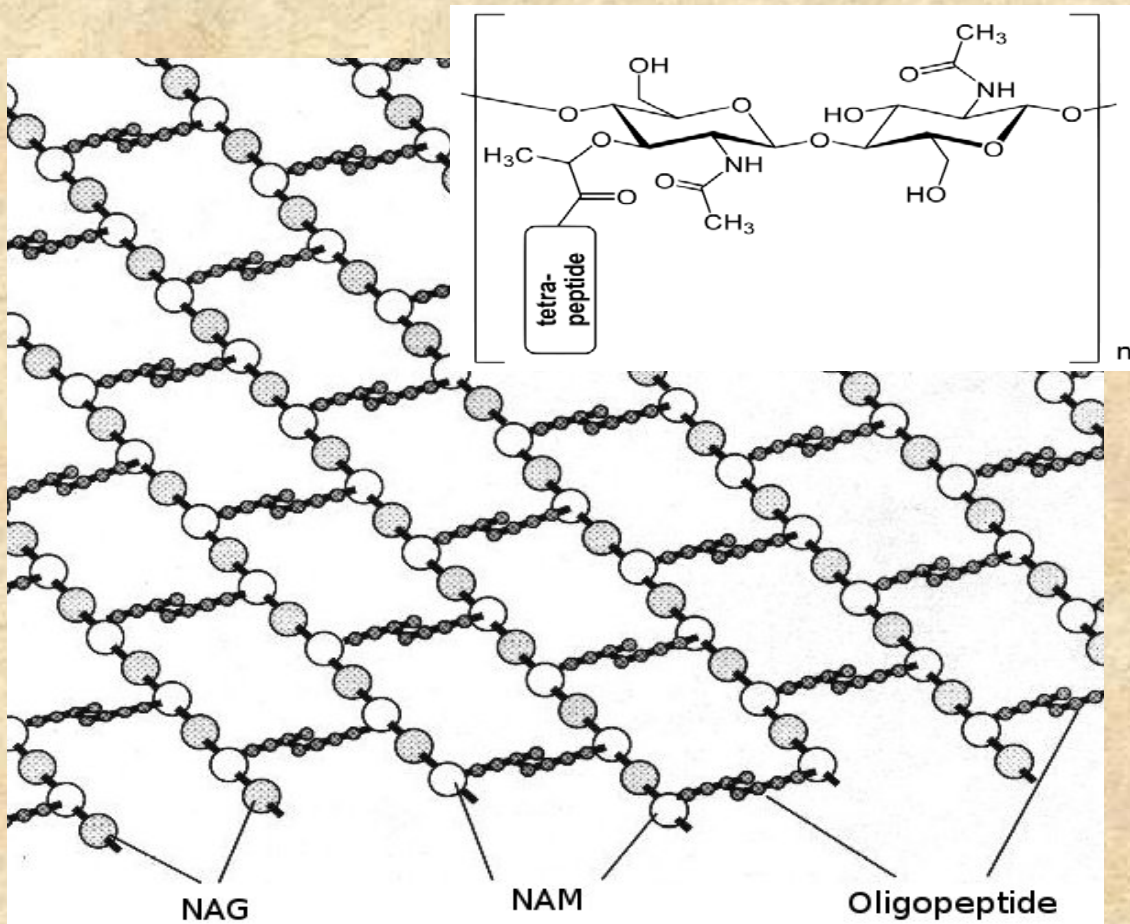
FIGURE 7-18 Chitin. (a) A short segment of chitin, a homopolymer of *N*-acetyl-D-glucosamine units in (β 1 $\rightarrow$ 4) linkage. (b) A spotted June beetle (*Pellidnota punetatia*), showing its surface armor (exoskeleton) of chitin.



(b)

Heteropolissacarídeos

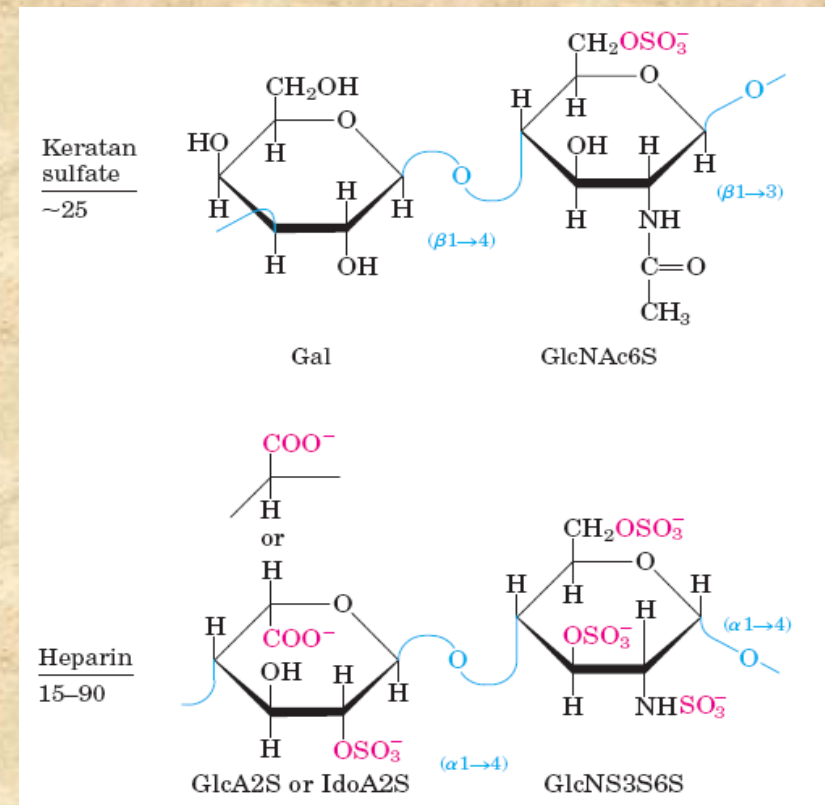
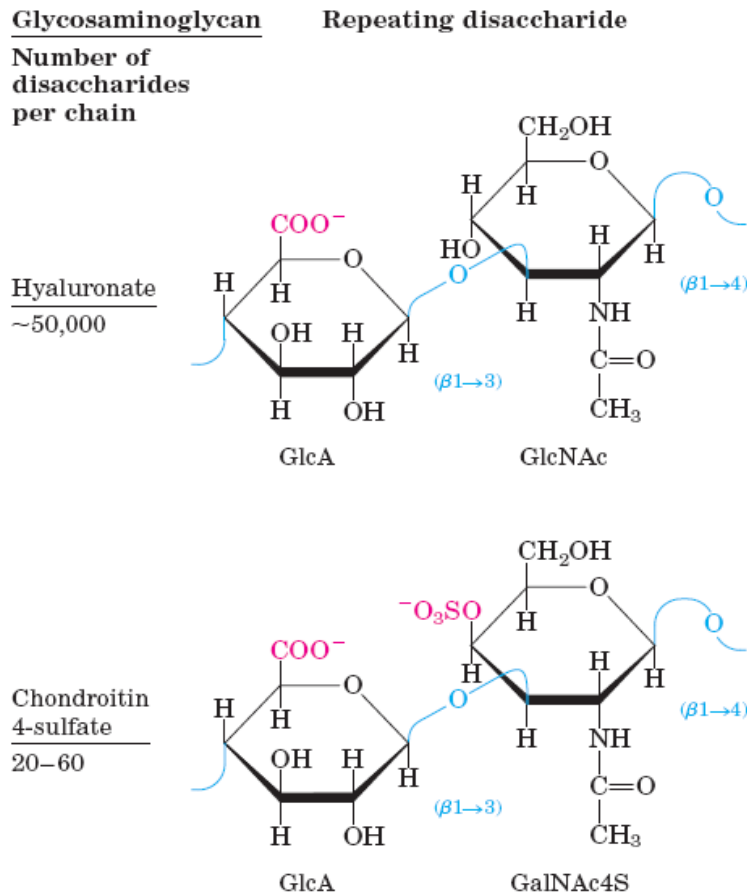
▶ Peptidoglicano: heteropolissacarídeo da parede celular de bactérias



Heteropolissacarídeos

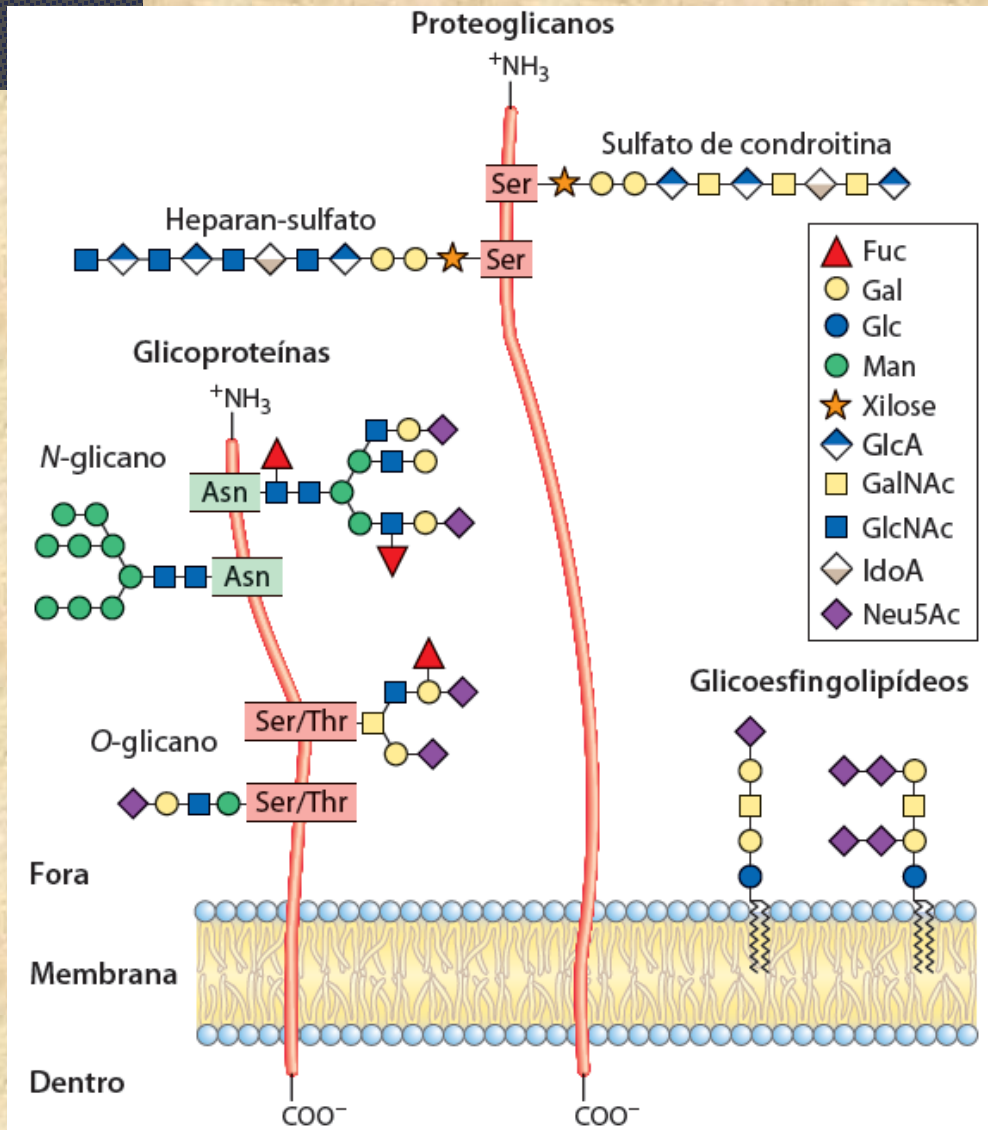
- Fluidos viscosos e claros
- Lubrificantes no fluidos sinoviais das articulações
- Humor vítreo (olho)
- Matriz extracelular da cartilagem e tendões (resistência à tensão e elasticidade)

➤ Glicosaminoglicanos são encontrados na matriz extracelular (tecido conjuntivo, osso, dente)



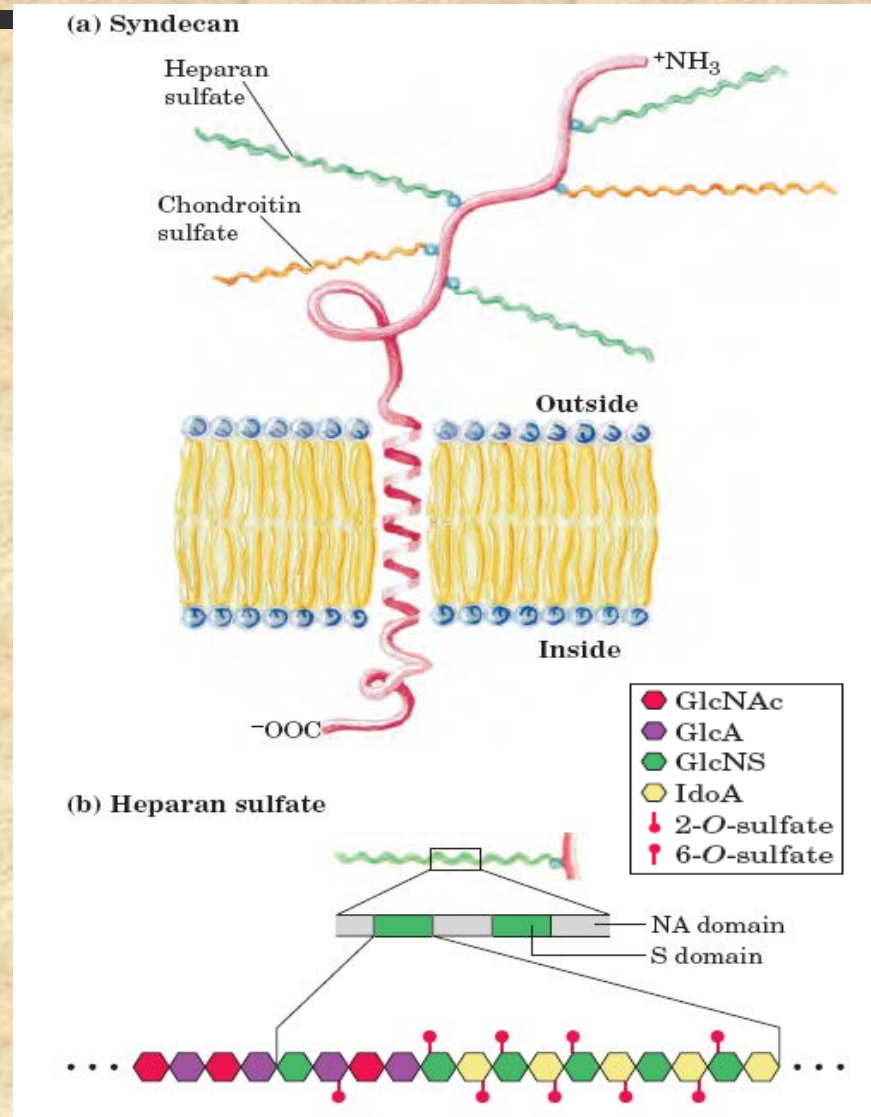
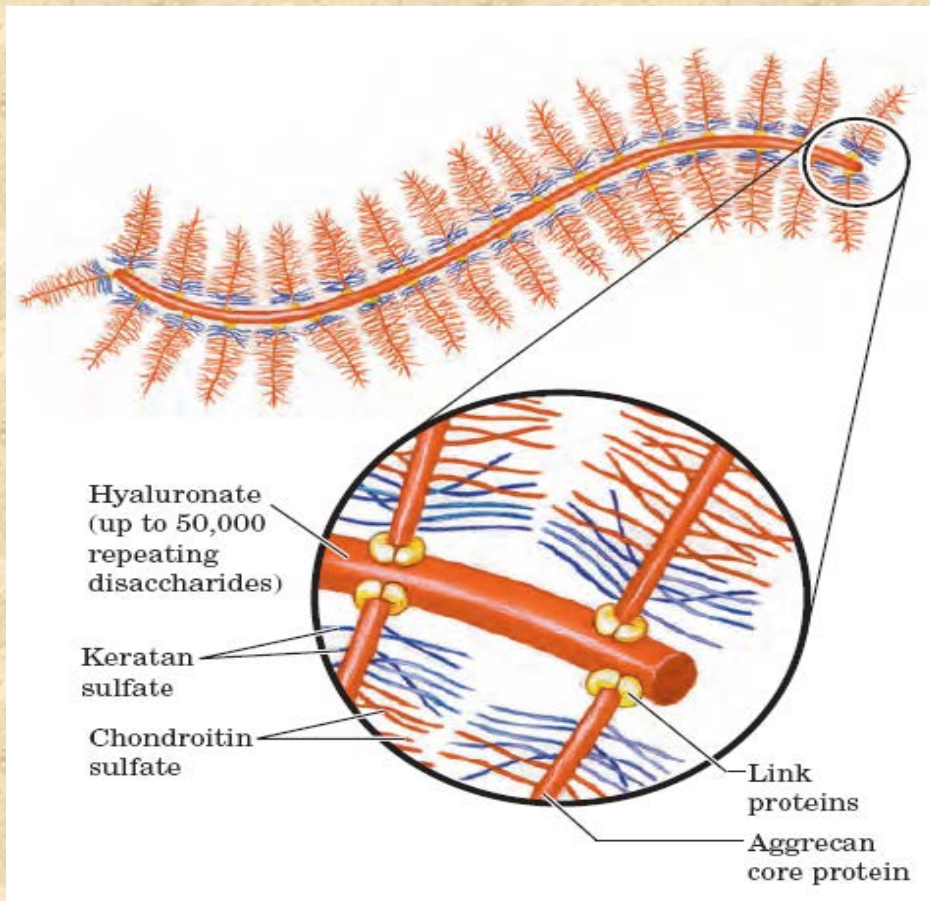
Glicoconjugados

- Glicosaminoglicanos formam com as proteínas os complexos de glicoproteoglicanos



- Reconhecimento e adesão entre as células
- Migração celular
- Coagulação
- Resposta imune
- Cicatrização

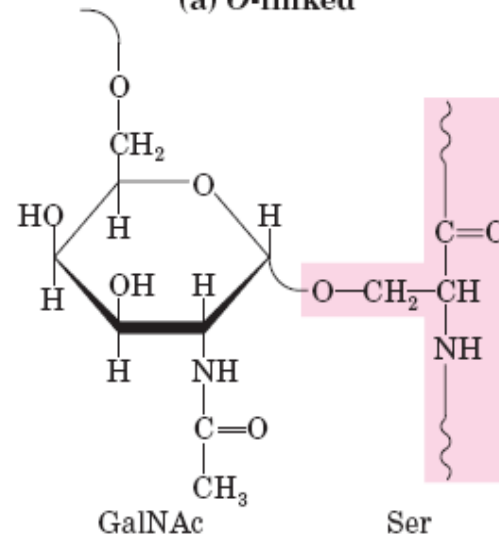
Glicoconjugados → Proteoglicanos (glicosaminoglicanos + proteínas)



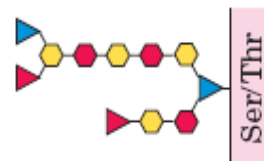
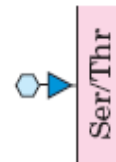
Glicoproteínas

- na membrana plasmática (oligossacarídeo é sempre para fora da célula) - complexo principal de histocompatibilidade (MHC)
- no sangue - glicoproteínas de fase aguda de inflamação, imunoglobulina, hormônio folículo-estimulante, hormônio luteinizante, gonodotrofina coriônica e protrombina

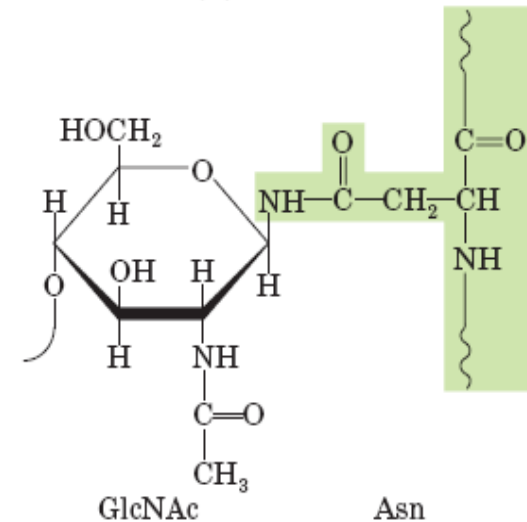
(a) O-linked



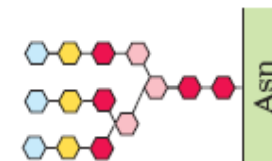
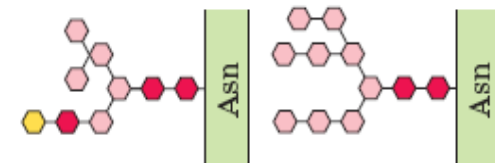
Examples:



(b) N-linked



Examples:



- GlcNAc
- Man
- Gal
- Neu5Ac
- ▼ Fuc
- ▼ GalNAc

Lipopolissacarídeos

- Lipopolissacarídeos são encontrados na parede celular bacteriana; alguns são muito tóxicos

