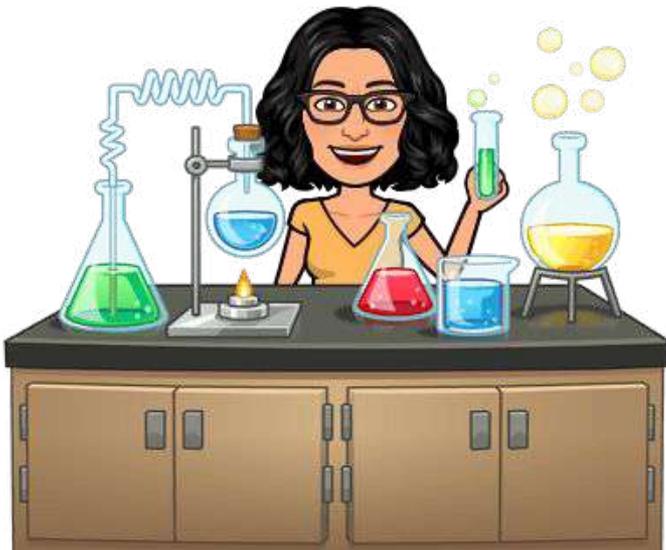




UNICEPLAC

Bioquímica

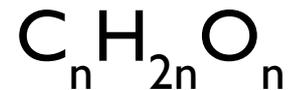
Fundamentos da Bioquímica
Carboidratos



Prof^a. Ana Elisa Matias

Carboidratos: Definição

- Biomoléculas constituídas principalmente por C, H e O, mas podem conter N, P ou S em sua composição.
- Apresentam a fórmula empírica:



Também são conhecidos como:

- Hidratos de carbono
 - Glicídios
 - Oses
 - Açúcares.
-
- São amplamente distribuídos nas plantas e nos animais, onde desempenham funções energéticas, estruturais e metabólicas.
 - A ribose e a desoxirribose formam parte do arcabouço estrutural do RNA e DNA.

Alimentos ricos em Carboidratos

Eles estão presentes em nossa dieta, sendo o item principal na mesa em muitas culturas. Alimentos ricos em açúcares são chamados de energéticos. São digeridos e transformados em glicose, gerando energia para nosso corpo e o que sobra é armazenada em forma de glicogênio ou estocada como gordura no tecido adiposo.

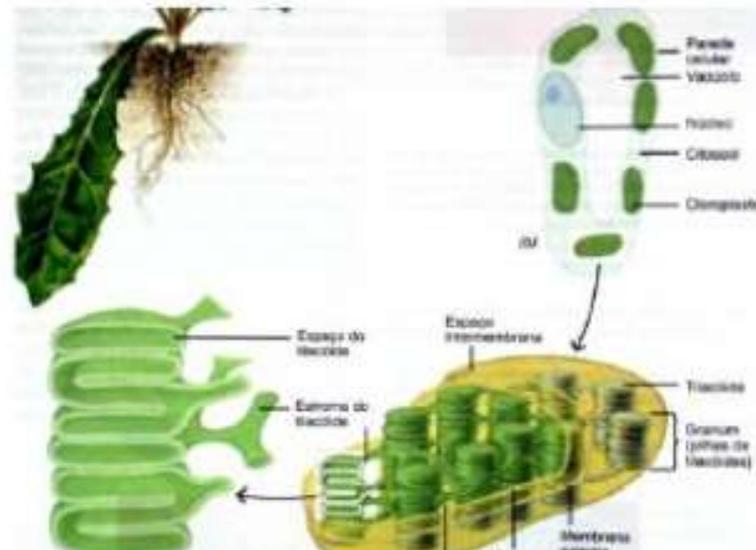
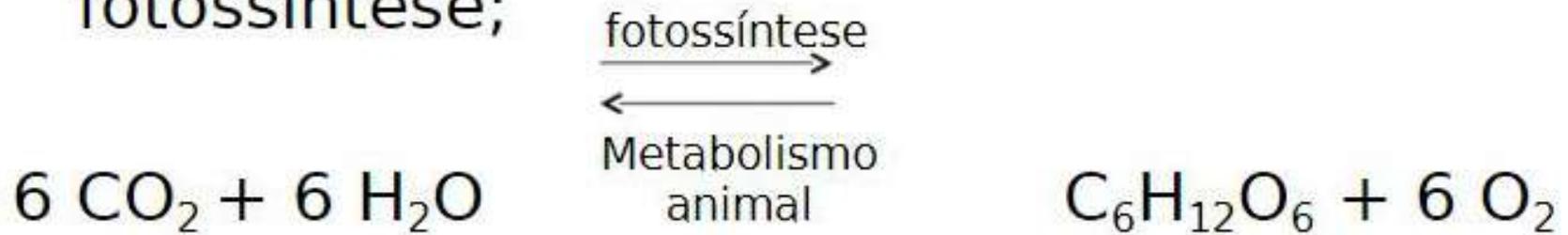


Alimentos ricos em Carboidratos

- Os carboidratos são encontrados em **todo alimento de origem vegetal**.
- Pois as plantas os produzem no processo de fotossíntese e armazenam carboidrato como fonte de energia.
- Entre os alimentos ricos em carboidratos podemos citar o milho, arroz, mandioca, batata e inhame.
- Não podemos nos esquecer também dos pães, massas e doces.
- Vale salientar que alimentos derivados do leite também apresentam carboidratos, bem como o mel.



- A produção de carboidratos ocorre nas plantas verdes pelo processo denominado fotossíntese;



Tipos de Carboidratos

- Carboidratos simples são aqueles que quando ingeridos são absorvidos rapidamente, provocando um pico glicêmico no sangue. Porém, parte é usada como energia e a outra estocada como gordura. Rapidamente este pico cai e o efeito é a fome aparecendo mais rapidamente entre os intervalos das refeições. É o exemplo de doces, mel, farinha branca, etc.
- Carboidratos complexos possuem baixo índice glicêmico, são absorvidos mais lentamente no nosso organismo, gerando saciedade por mais tempo. É o caso dos cereais integrais, batata doce, mandioca, inhame, etc.

- As polioses são elementos estruturais das paredes celulares dos vegetais.
- A celulose (principal constituinte da parede celular de vegetais), é um dos mais abundantes compostos orgânicos da biosfera.
- Os glicídeos são unidos a muitas proteínas e lipídeos, em que desempenham papel importante na interação entre as células (peptideoglicanos).

Figura 1.
Constituintes da Madeira

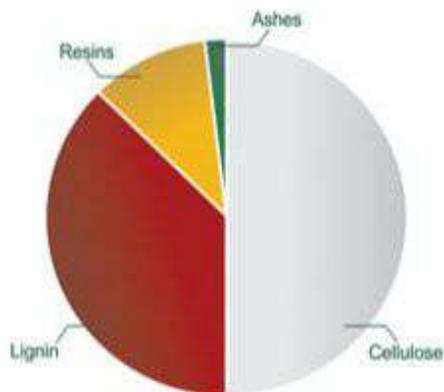
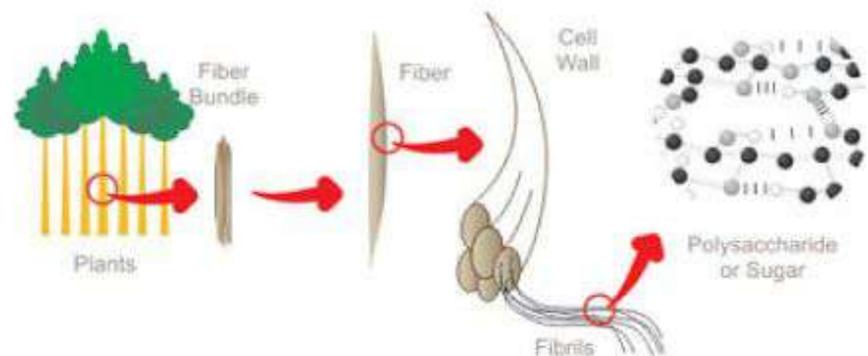


Figura 2.
Esquema ilustrativo da Celulose do macro para o micro

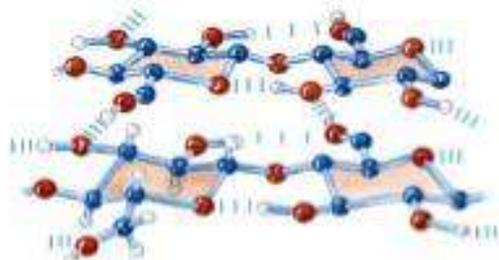


Funções dos Carboidratos

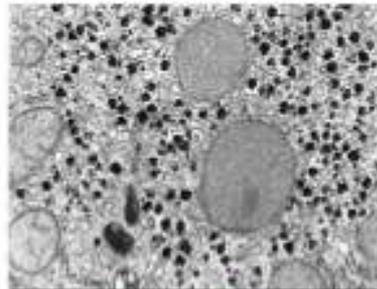
- As funções dos carboidratos são:

- 1- Armazenamento energético** – o amido e o glicogênio são os carboidratos responsáveis pelo armazenamento de energia dos animais e vegetais, respectivamente.
- 2- Produção de energia** – os carboidratos são as principais fontes de energia.
- 3. Estruturais** – todos os componentes celulares são formados por um carboidrato, e eles formam bases necessárias para a estruturação das células.

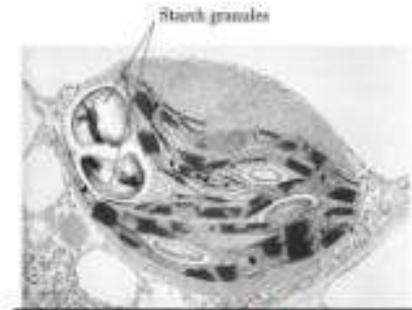
Funções dos carboidratos: reserva energética



Celulose

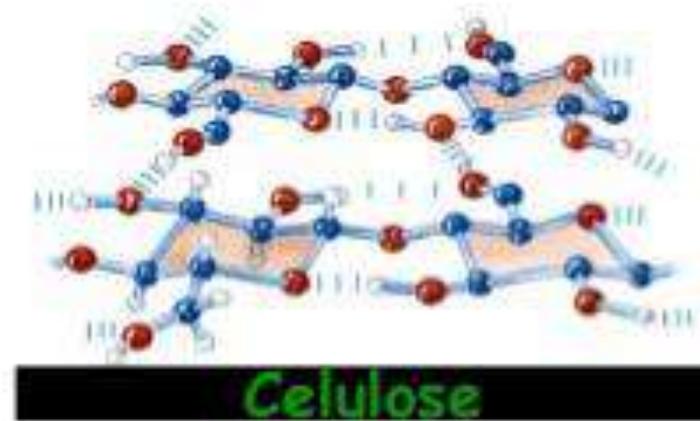
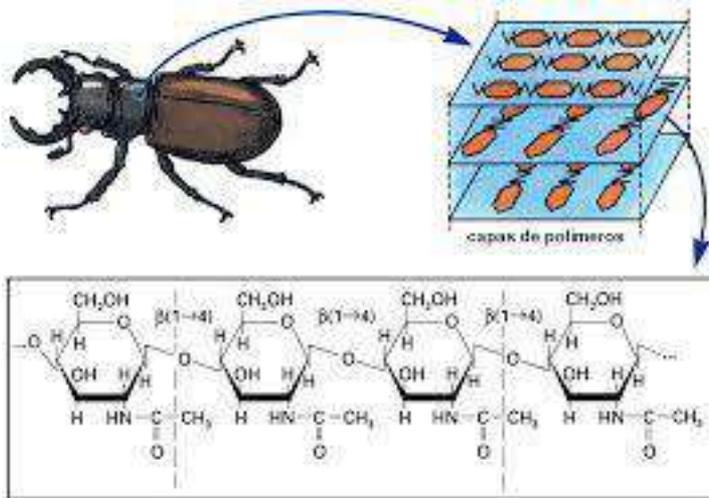


Glicogênio



Amido

Função: estrutural



Quitina: é um polissacarídeo encontrado na parede celular das células de alguns fungos e também na composição do exoesqueleto de artrópodes, como insetos e crustáceos.

- Os carboidratos se caracterizam como o principal combustível para o cérebro, as células vermelhas do sangue e os músculos.
- No corpo, os carboidratos são quebrados em glicose ou frutose, os quais são usados em ações biológicas que necessitam de energia.



- Podem ser poliidroxiáldeídos ou poliidroxicetonas.

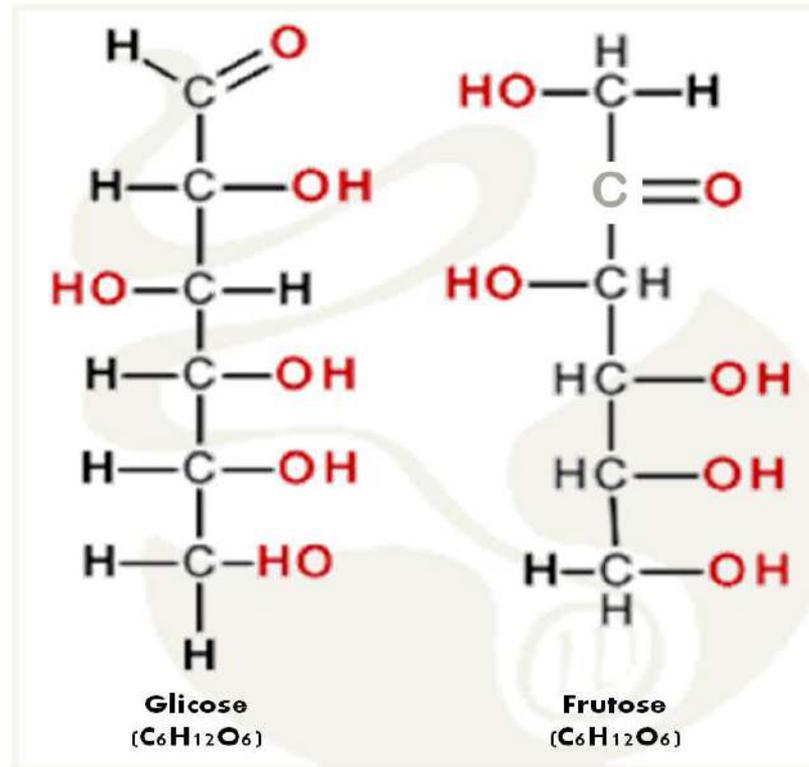
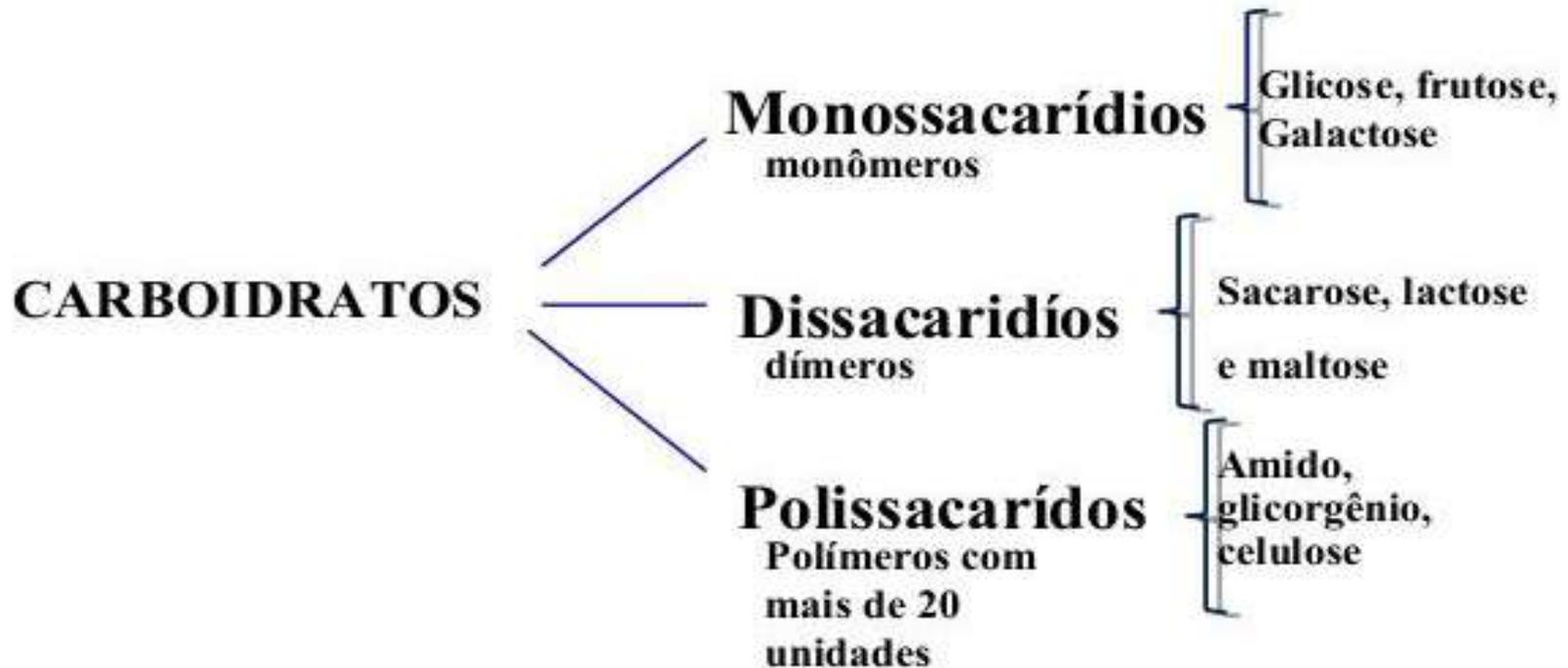


Figura 3 – Estrutura química da glicose (poliidroxiáldeído) e da frutose (poliidroxicetona).

- Além disso, possuem vários grupos hidroxilas (-OH), geralmente um em cada átomo de carbono que não faz parte do aldeído ou grupo funcional cetona.

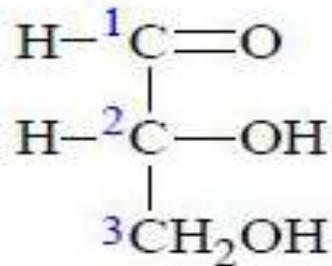
Tipos de Carboidratos



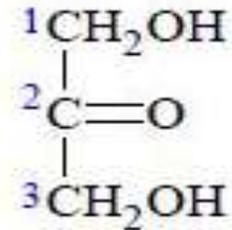
Monossacarídeos

- Açúcares Fundamentais (não necessitam de qualquer alteração para serem absorvidos)
- Fórmula Geral: $C_nH_{2n}O_n$ $n \geq 3$
- Apresentam de 3 a 9 carbonos em sua estrutura. A estrutura segue a proporção de um carbono para cada dois hidrogênios e um oxigênio: $C_n(H_2O)_n$.

- Os monossacarídeos mais simples são as *trioses* (três átomos de carbono): *gliceraldeído* e *diidroxiacetona*.



Gliceraldeído



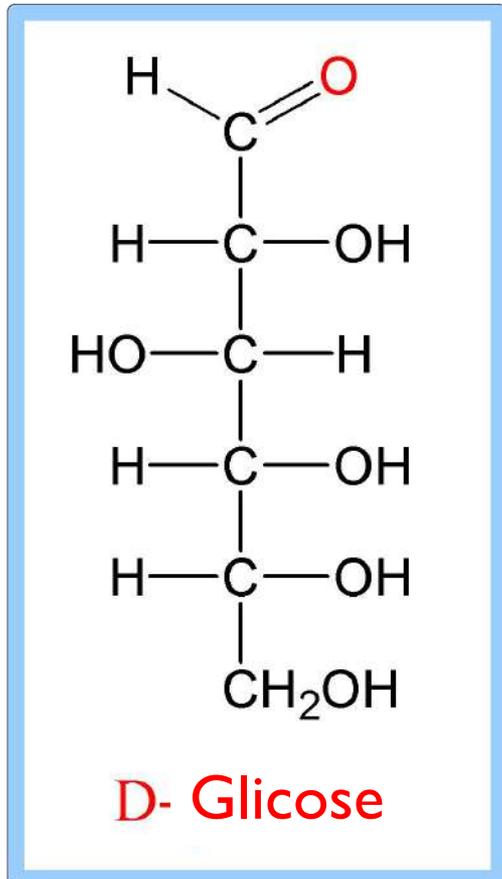
Diidroxiacetona

- Os monossacarídeos são classificados de acordo com a natureza química do grupo carbonila e pelo número de seus átomos de carbono.
 - Os que têm grupos aldeídicos são *aldoses* e os que têm grupos cetônicos, formam as *cetoses*.
 - Os monossacarídeos com quatro átomos de carbono são denominados *tetroses*; com cinco, *pentoses*; com seis *hexoses* etc.

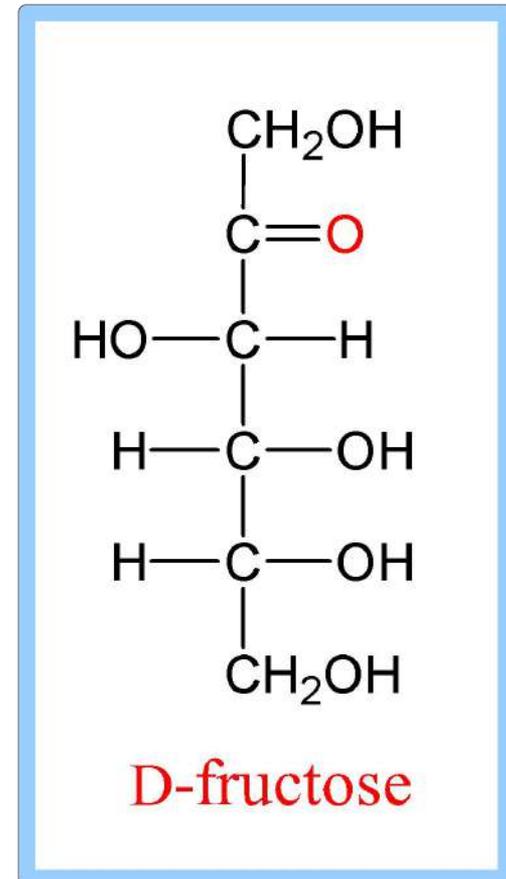
- Propriedades:

- Solúveis em água e insolúveis em solventes orgânicos (solventes apolares);
 - Brancos e cristalinos;
 - Sabor adocicado;
-
- A posição do grupo carbonila na cadeia permite distinguir duas famílias de monossacarídeos: as aldoses e as cetoses.

As aldoses possuem um grupo aldeído na extremidade da cadeia de carbono.



As cetoses possuem o grupo carbonila num outro carbono, que não numa extremidade, formando então um grupamento cetona.



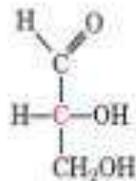
Nomenclatura dos Monossacarídeos

- O nome genérico do monossacarídeo é dado baseado no número de carbonos mais a terminação “ose”.
- 03 carbonos = trioses
- 04 carbonos = tetroses
- 05 carbonos = pentoses
- 06 carbonos = hexoses
- 07 carbonos = heptoses

Estrutura dos carboidratos: Monossacarídeos

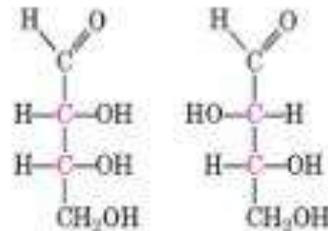
Séries das Aldoses

Three carbons



D-Glyceraldehyde

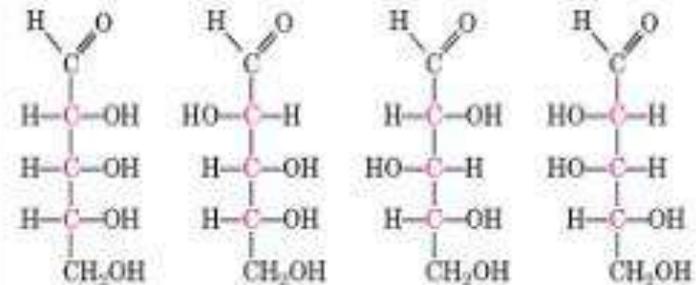
Four carbons



D-Erythrose

D-Threose

Five carbons



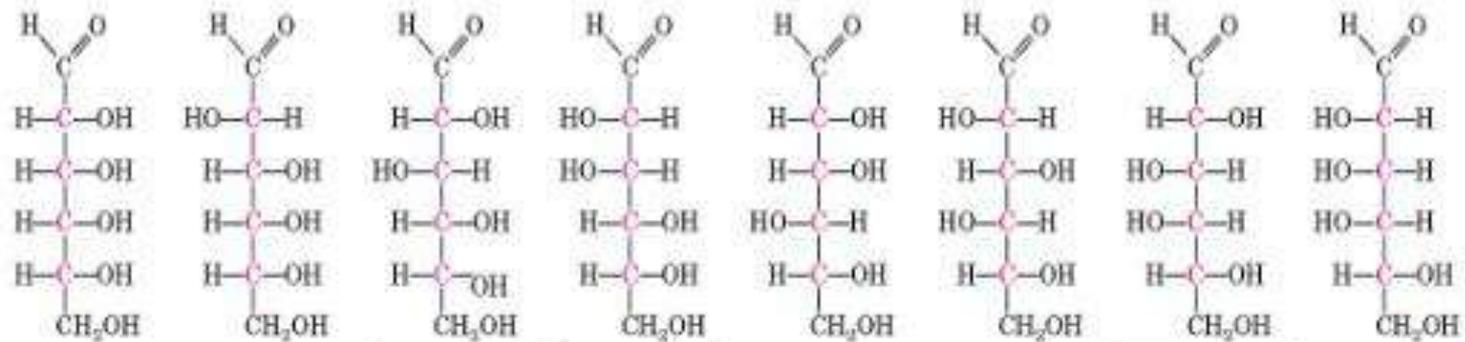
D-Ribose

D-Arabinose

D-Xylose

D-Lyxose

Six carbons



D-Allose

D-Altrose

D-Glucose

D-Mannose

D-Gulose

D-Idose

D-Galactose

D-Talose

D-Aldoses

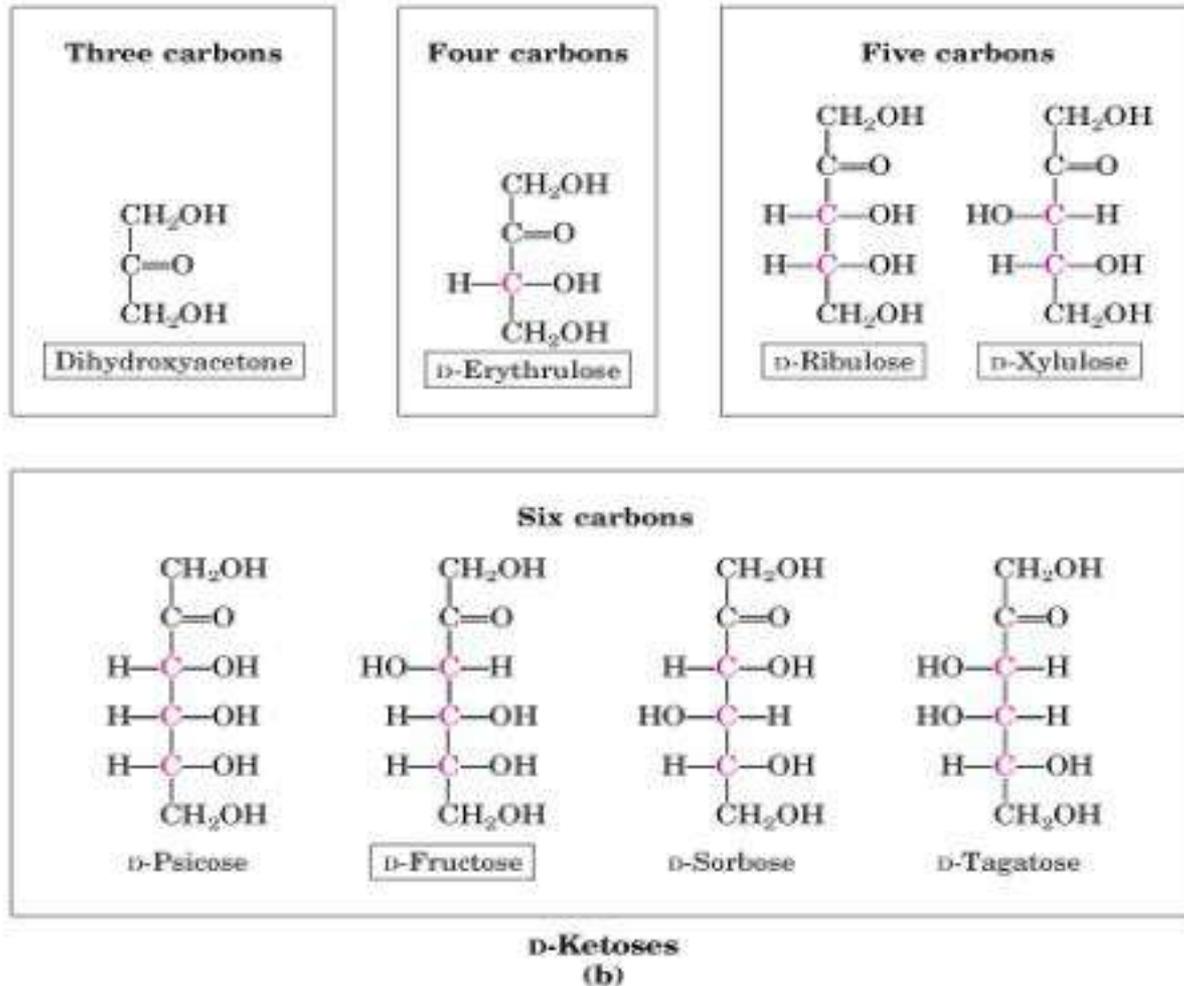
(a)

Os mais importantes

- **Glicose ou dextrose:** é a forma de açúcar que circula no sangue e se oxida para fornecer energia. No metabolismo humano, todos os tipos de açúcar se transformam em glicose. É encontrada no milho, na uva e em outras frutas e vegetais.
- **Frutose ou Levulose:** é o açúcar das frutas.
- **Galactose:** faz parte da lactose, o açúcar do leite.

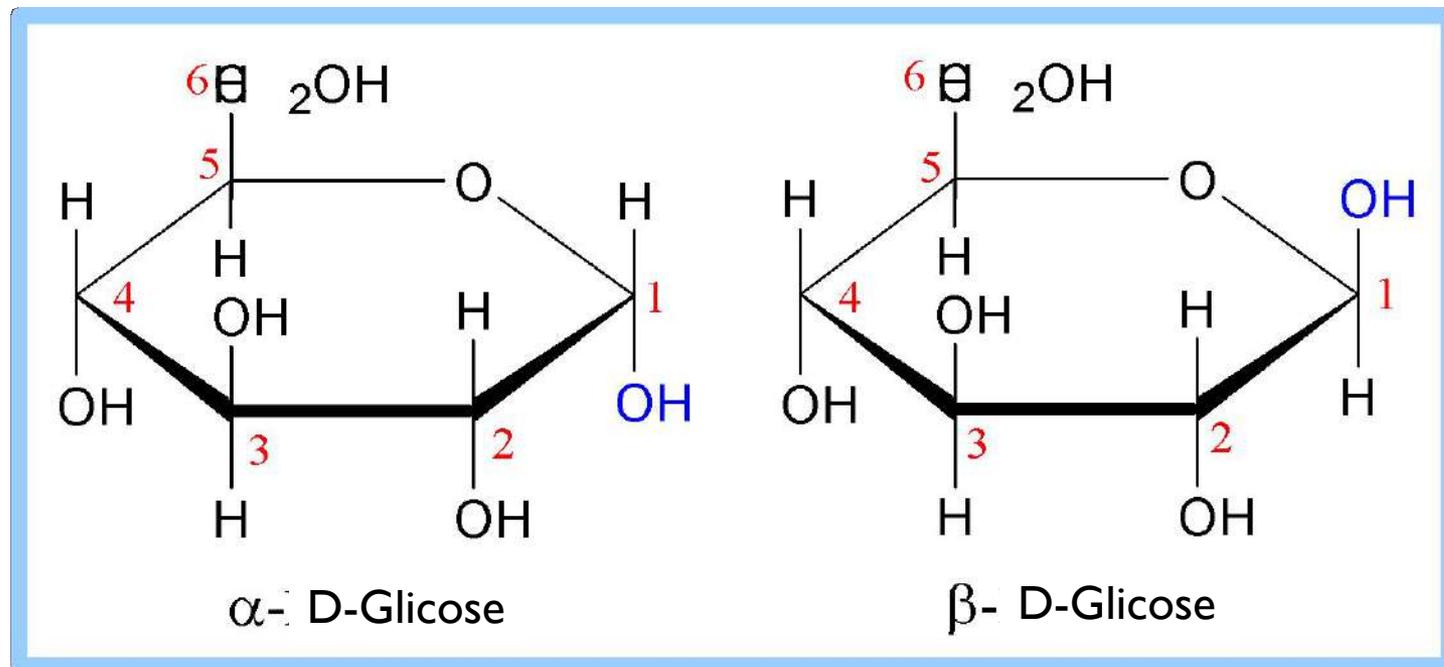
Estrutura dos carboidratos: Monossacarídeos

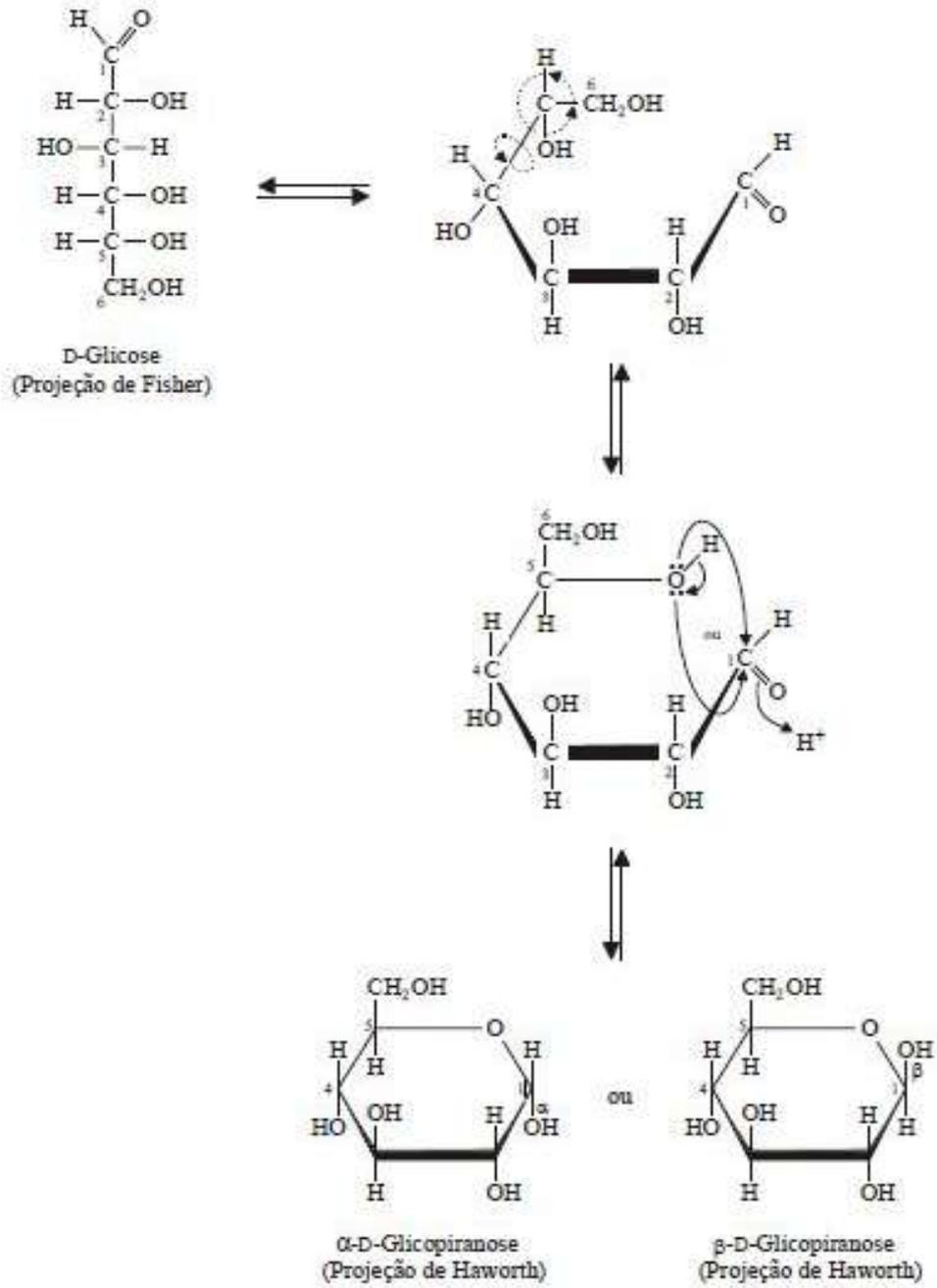
Séries das Cetoses



- Em solução aquosa menos de 1% das aldoses e cetoses se apresentam como estruturas de cadeia aberta (acíclica).
- Os monossacarídeos com cinco ou mais átomos de carbono ciclizam-se, formando anéis pela reação de grupos alcoólicos com os grupos carbonila dos aldeídos e das cetonas
- A reação de ciclização intramolecular torna os monossacarídeos espécies mais estáveis.

- A ciclização da glicose produz novos centros assimétricos no carbono 1 (C1). Os dois estereoisômeros são chamados de anômeros, α e β .



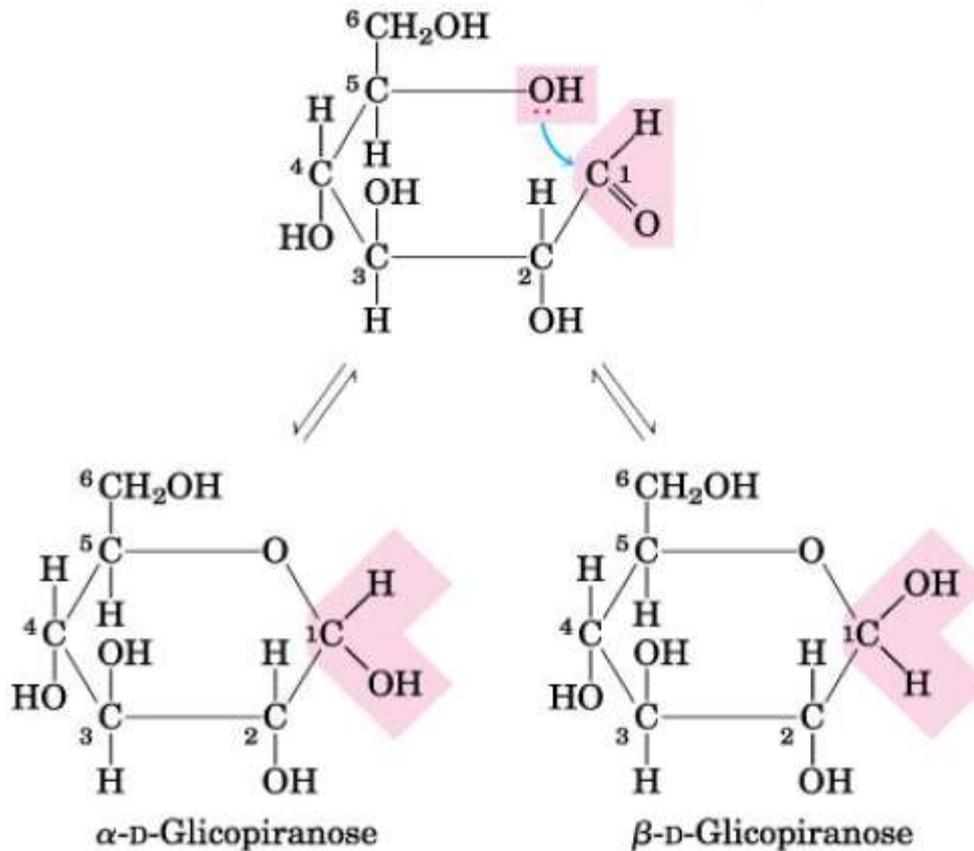


Açúcares cíclicos

- possuem duas formas anoméricas;

C da carbonila \square C anomérico;

- centro quiral com duas configurações possíveis



Anômero α \rightarrow OH do C anomérico está abaixo do plano do anel
(Projeção de Haworth)

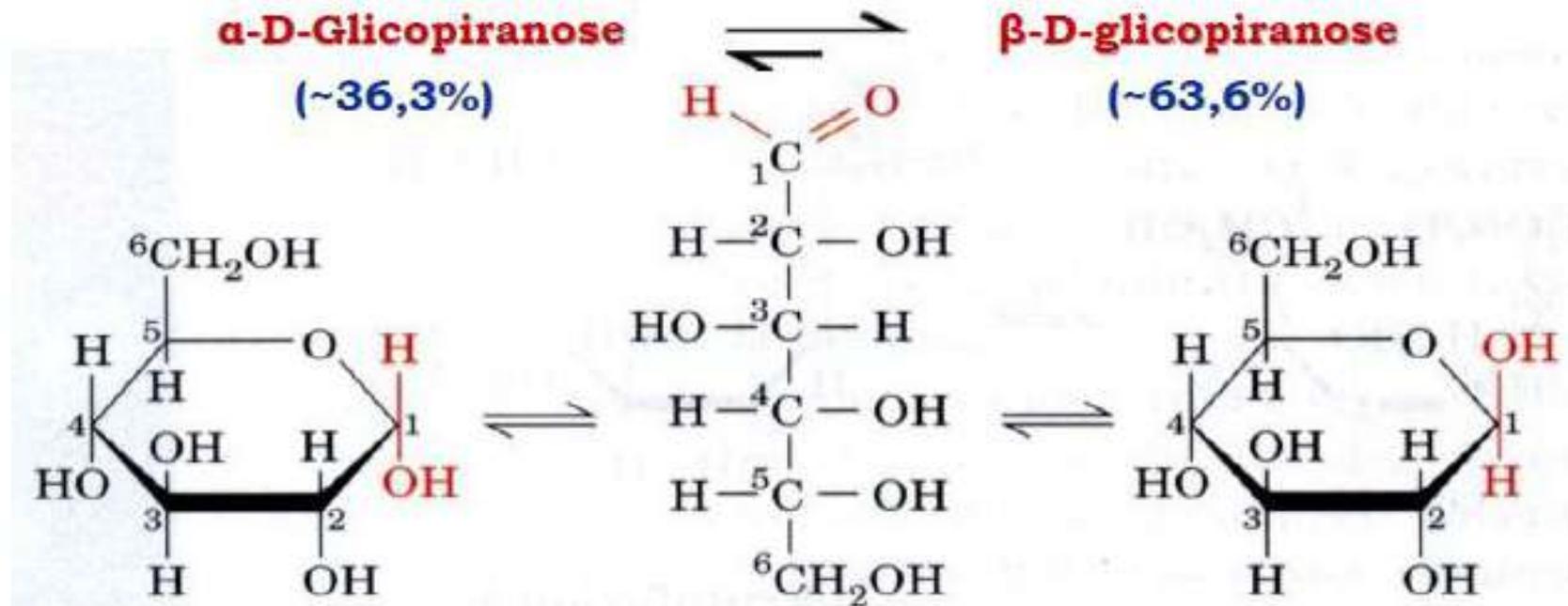
Anômero β \rightarrow OH do C anomérico está acima do plano do anel
(projeção de Haworth)

Anômeros de D-glicose → diferenças em propriedades químicas e físicas;

Os Anômeros se inter-convertem em soluções aquosas;

Em equilíbrio, a D-glicose é uma mistura dos Anômeros α e β ;

Forma linear → presente em quantidades mínimas = ~0,1%;



Ciclos mais comuns

Anéis de 5 ou 6 membros → mais estáveis;

7 ou mais membros → raramente observados;

3 ou 4 membros → menos estáveis que formas lineares.

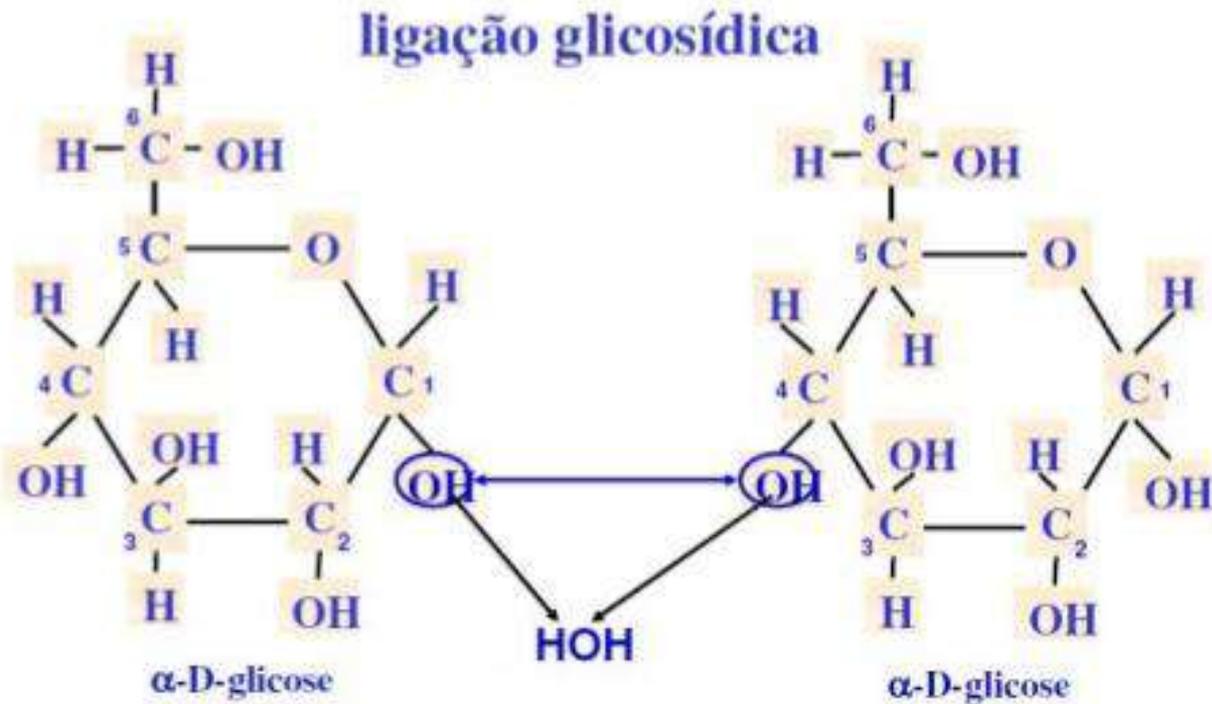
Oxidação

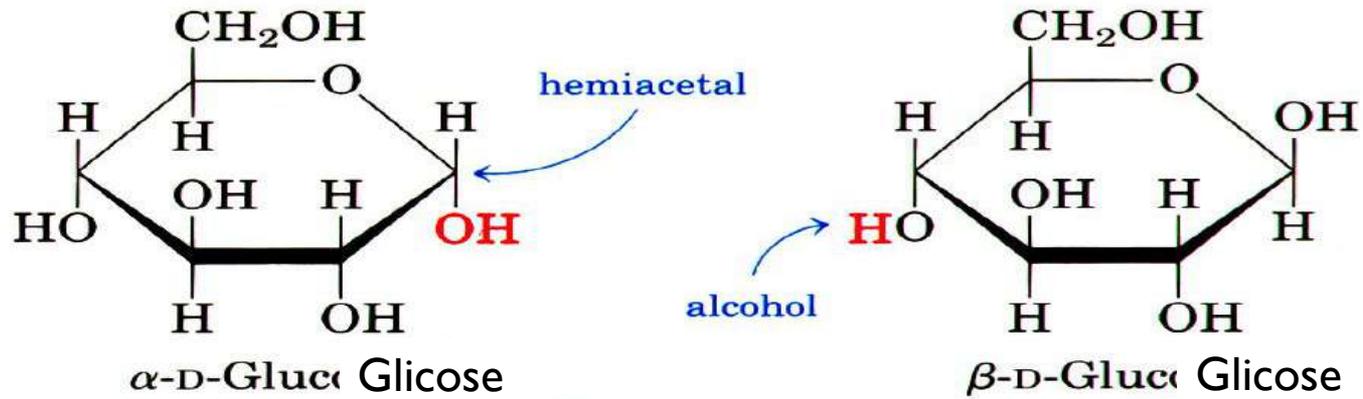
- A oxidação do açúcar fornece energia para a realização dos processos vitais dos organismos.
- A oxidação (completa) fornece CO_2 e H_2O .
- Cada grama fornece aproximadamente 4 kcal, independente da fonte.
- O oposto desta oxidação é o que ocorre na fotossíntese.

Dissacarídeos

- São combinações de açúcares simples que, por **hidrólise**, formam duas moléculas de monossacarídeos, iguais ou diferentes.
- Um exemplo é a formação da maltose a partir de uma ligação glicosídica.

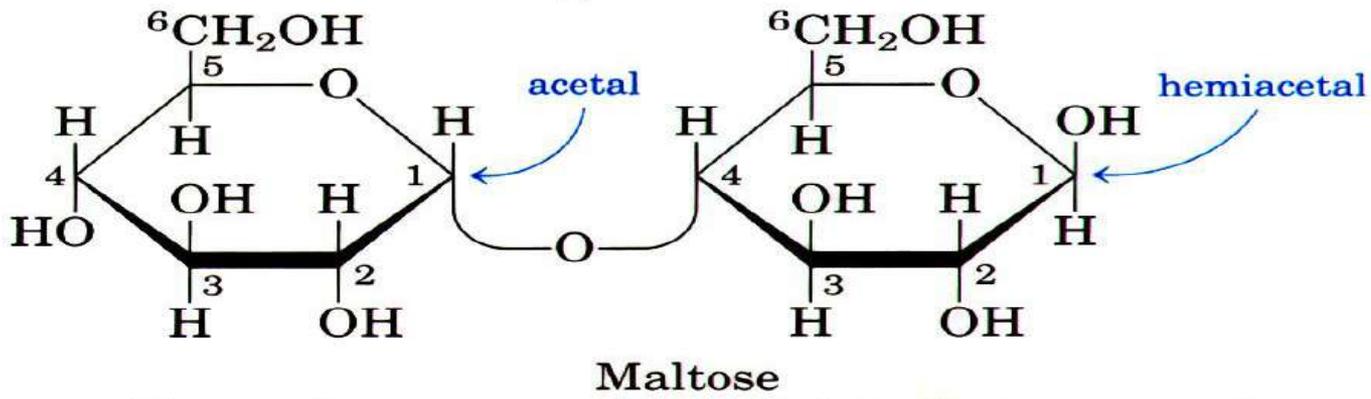
Dissacarídeos





hydrolysis \leftarrow H₂O

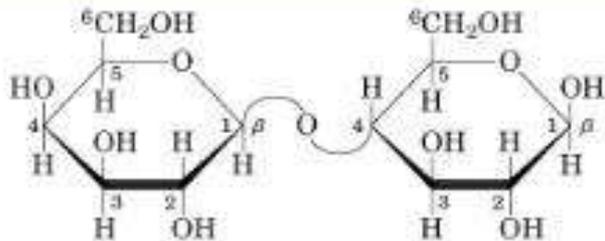
condensation \rightarrow H₂O



(*O*- α -D-glicopiranosila-(1 \rightarrow 4)- β -D-glicopirano

| DISSACARÍDEO | COMPOSIÇÃO | FONTE |
|---------------------|---------------------|----------------|
| Maltose | Glicose + Glicose | Cereais |
| Sacarose | Glicose + Frutose | Cana-de-açúcar |
| Lactose | Glicose + Galactose | Leite |

Estrutura dos carboidratos: Dissacarídeos

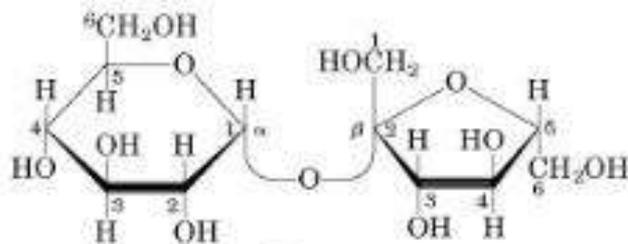


Lactose (β form)

β -D-galactopyranosyl-(1 \rightarrow 4)- β -D-glucopyranose
Gal(β 1 \rightarrow 4)Glc

Lactose:

• presente no leite

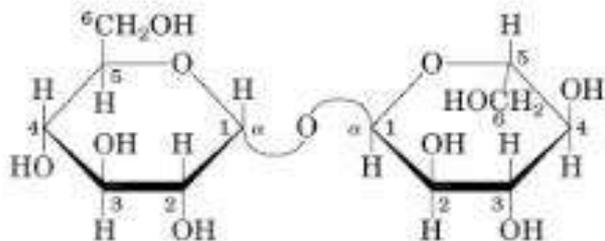


Sucrose

β -D-fructofuranosyl α -D-glucopyranoside
Fru(β 2 \leftrightarrow 1 α)Glc

Sacarose:

• Formado somente por plantas



Trehalose

α -D-glucopyranosyl α -D-glucopyranoside
Glc(α 1 \leftrightarrow 1 α)Glc

Trealose:

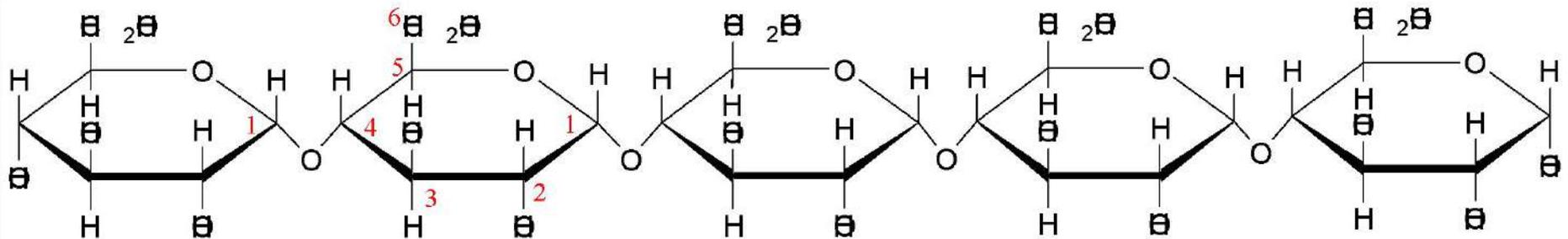
• Fonte de armazenamento de energia presente na hemolinfa de insetos

Oligossacarídeos

- São combinações de açúcares simples que, por hidrólise, formam de 2 a 10 moléculas de monossacarídeos, iguais ou diferentes (polímeros de menor cadeia).
- Os principais são os dissacarídeos.

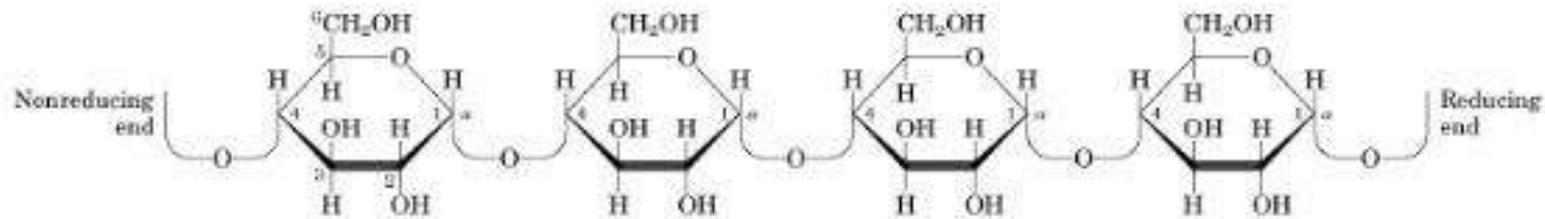
Polissacarídeos

- São açúcares complexos que têm mais de 10 moléculas de monossacarídeos
- As plantas estocam glicose como amilose ou amilopectina, polímeros glicosídicos popularmente chamados de amidos.



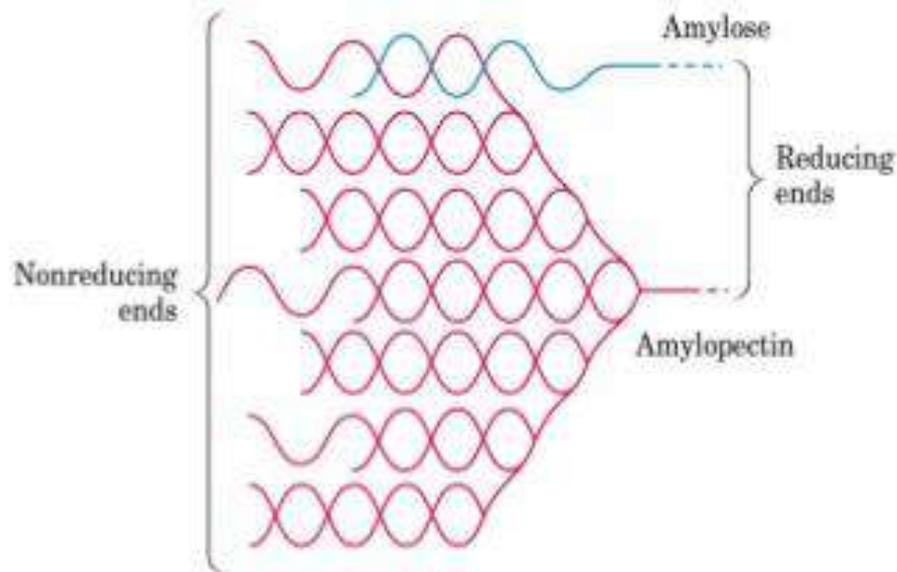
Amilose

Amido: dois tipos de polímeros de α -D-glicose (amilose e amilopectina)

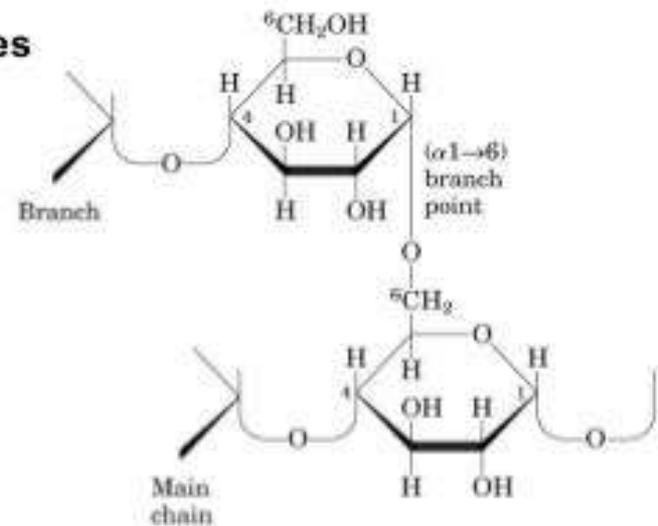


(a)

Amilose: linear, ligações glicosídicas (α 1 \rightarrow 4)



(c)



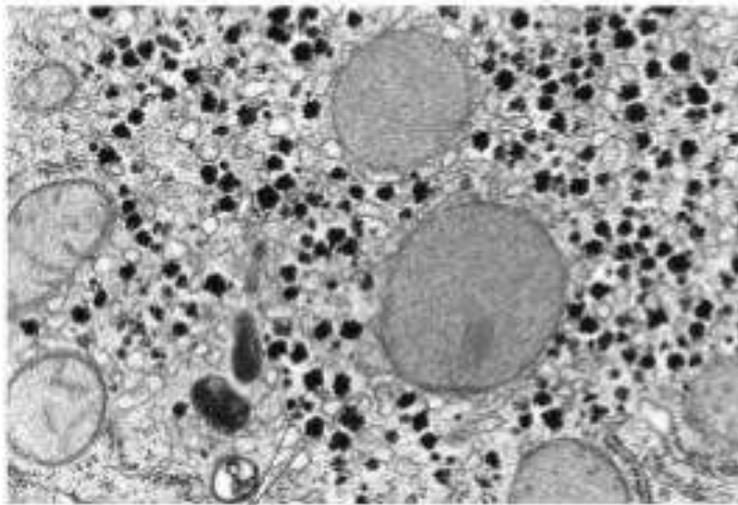
(b)

Amilopectina: ramificado; ligações glicosídicas (α 1 \rightarrow 4) e (α 1 \rightarrow 6) a cada 24 a 30 resíduos

- Glicogênio: o estoque da estrutura polimérica de glicose (glicogênio) que ocorre em animais apresenta estrutura similar à amilopectina. Contudo, o glicogênio apresenta mais de uma ramificação do tipo α (1 \rightarrow 6).
- A estrutura ramificada do glicogênio permite que ele seja rapidamente quebrado em moléculas de glicose para que seja estocado e utilizado nos músculos, por exemplo, durante atividades físicas. Tal habilidade de estoque de glicose é mais importante em animais do que em plantas.

GLICOGÊNIO:

- Definição: polímero de α -D-glicose ramificado.
- Encontrado: Fígado e músculos esqueléticos.
- Similar à amilopectina, porém mais densamente ramificado: cada ramo 8-12 resíduos
- Fígado: 7% do peso úmido 0,01 μ M (glicose livre = 0,4M)



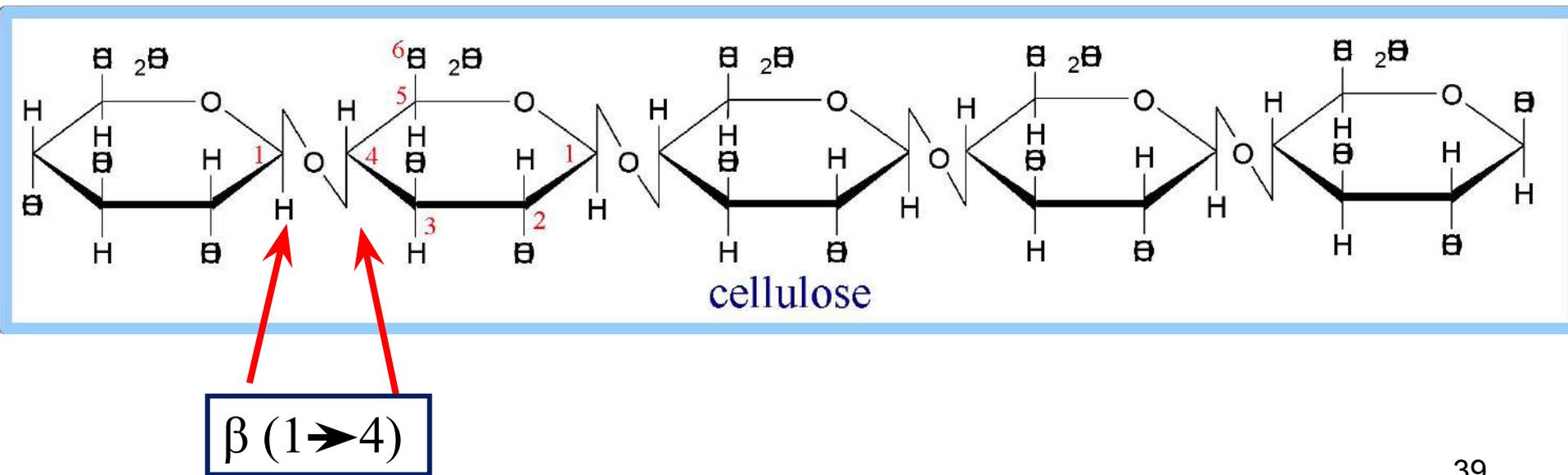
Glycogen granules

(b)

α -amilases (saliva e secreção intestinal: degradam ligações α 1 \rightarrow 4)

Celulose

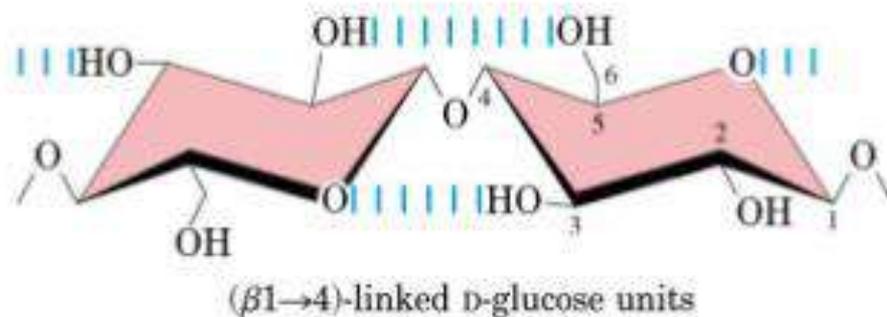
- A celulose é o maior constituinte das paredes celulares das plantas, consistindo de longas cadeias lineares de glicose com ligações do tipo β (1 \rightarrow 4).



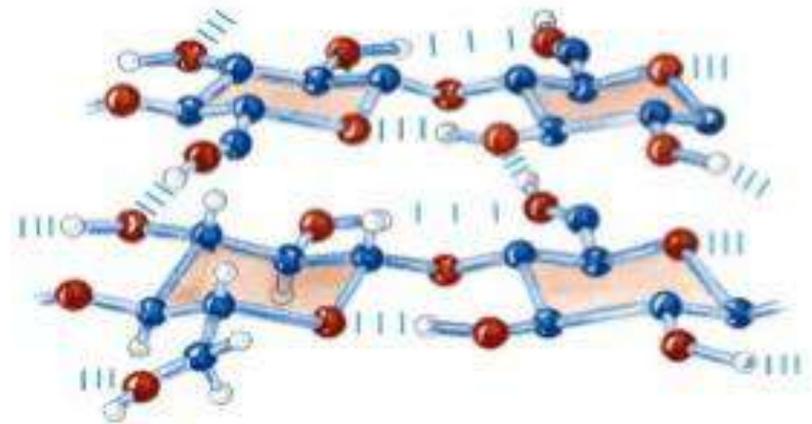
Polissacarídeos estruturais: Celulose

Homopolissacarídeos: celulose e quitina

Estrutura da celulose: polímero de β -D-glicose



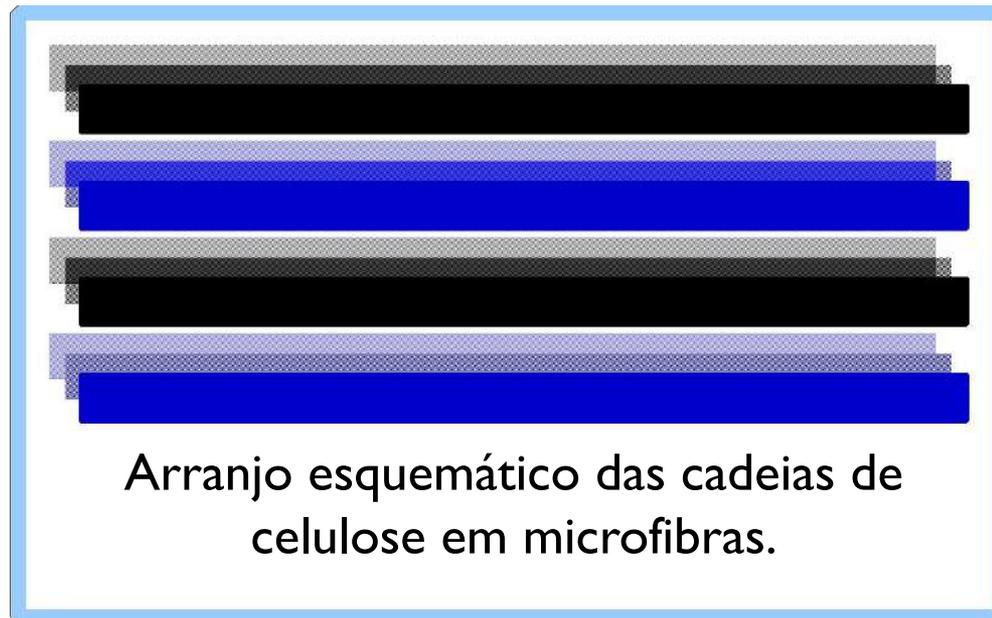
(a)



(b)

10.000 a 15.000 D-glicose cadeias lineares alinhadas
lado a lado e estabilizadas por ligações de H
intra- e intercadeias

- Todas as outras moléculas de glicose na celulose são arranjadas umas sobre as outras devido as ligações β .
- Isso resulta em ligações hidrogênio intra e inter cadeia devido às interações de van de Waals.



- Devido às interações de van der Waals, as cadeias de celulose são lineares e rígidas, formando um arranjo cristalino na forma de feixes – **microfibras**.
- Dessa forma, a função da celulose é, em parte, manter as paredes celulares das plantas rígidas e alinhadas, as quais podem resistir a altos gradientes de pressão hidrostática – Osmose.
- Os mamíferos não possuem celulasas e por isso não podem digerir madeiras e fibras vegetais.

Celulose

- É o principal componente estrutural das plantas, especialmente de madeira e plantas fibrosas.
- Apresenta cadeias individuais reunidas por pontes de H, que dão às plantas fibrosas sua força mecânica.
- Os animais não possuem as enzimas celulasas, que são encontradas em bactérias, incluindo as que habitam o trato digestivo dos cupins e animais de pasto, como gados e cavalos.

Curiosidades

1. Na rapadura encontramos 90% de carboidratos. Sendo 80% de sacarose.
2. Os carboidratos da nossa dieta são oriundos de alimentos de origem vegetal. A exceção é a lactose, proveniente do leite e seus derivados.
3. Mais da metade do carbono orgânico do planeta está armazenado em apenas duas moléculas de carboidratos: amido e celulose.

Carência

- A falta de carboidratos no organismo manifesta-se por sintomas de fraqueza, tremores, mãos frias, nervosismo e tonturas, o que pode levar até ao desmaio. É o que acontece no jejum prolongado.
- A carência leva o organismo a utilizar-se das gorduras e reservas do tecido adiposo para fornecimento de energia, o que provoca emagrecimento.

Excesso

- Os carboidratos, quando em excesso no organismo, transformam-se em gordura e ficam acumulados nos adipósitos, podendo causar obesidade e arterosclerose (aumento dos triglicerídeos sanguíneos).

Principal fonte de energia das células.

Ingestão diária recomendada de carboidratos é de 50% a 60% do valor calórico total.



Macromoléculas formadas por carbono, hidrogênio e oxigênio.

↓
Fórmula geral $(CH_2O)_n$



Todos produtos de origem vegetal possuem carboidratos.

↓
Mel é um carboidrato de origem animal.



Carboidratos

Classificação



* Monossacarídeos: não podem ser hidrolizados em compostos mais simples.
Ex: glicose, frutose, ribose e galactose.

* Dissacarídeos: compostos por dois monossacarídeos.
Ex: maltose (glicose + glicose), sacarose (glicose + frutose) e lactose (glicose + galactose).

* Polissacarídeos: polímeros compostos por centenas a milhares de monossacarídeos.
Ex: amido, glicogênio e celulose.



INTOLERÂNCIA À LACTOSE

- Tem gente que gosta de leite, mas precisa reduzir seu consumo por recomendação médica.
- A principal razão para isso é a intolerância à lactose, ou seja, a dificuldade de digerir completamente o açúcar do leite.
- Essa é uma disfunção do intestino, que perde a capacidade de produzir uma quantidade suficiente de lactase, a enzima que divide a lactose em partes menores.

INTOLERÂNCIA À LACTOSE

- Para digerirmos completamente a lactose, ela precisa ser quebrada em dois carboidratos: a glicose e a galactose.
- No intestino delgado de uma pessoa saudável, essa reação acontece, e as moléculas menores são liberadas no sangue para serem aproveitadas pelo organismo.
- Quem tem intolerância, porém, não tem lactase suficiente para realizar essa tarefa.
- Por isso, a lactose segue, intacta, para o intestino grosso, onde será fermentada por bactérias, causando gases, dores abdominais e diarreia.

MÁ DIGESTÃO DO LEITE

O que acontece no sistema digestivo de quem tem intolerância à lactose

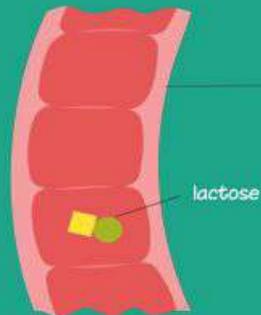
Processo Normal

A lactose é um carboidrato grande e que, para ser digerido, precisa ser quebrado em suas partes menores, a glicose e a galactose. Quando a lactose chega ao intestino delgado, a enzima lactase quebra esse grande carboidrato em açúcares menores, para que eles sejam absorvidos.

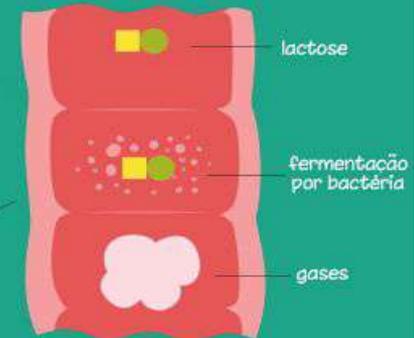


Sem lactase

No intestino de um intolerante, porém, o processo muda. Sem lactase suficiente, a lactose passa intacta pelo intestino delgado.



INTESTINO GROSSO



Sintomas

Ao chegar no intestino grosso - a parte final do nosso sistema digestivo -, a lactose começa a ser fermentada por bactérias. Nessa reação, formam-se gases que provocam flatulência, dor abdominal e diarreia.



INTOLERÂNCIA

Caracteriza-se pela dificuldade de digerir o açúcar do leite

Normalmente, manifesta-se na idade adulta

Não ativa o sistema imunológico

Os sintomas estão relacionados apenas ao sistema gastrointestinal

ALERGIA

Caracteriza-se pela dificuldade de digerir as proteínas do leite

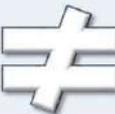
Surge com frequência no primeiro ano de vida

Ativa o sistema imunológico

Sintomas podem aparecer em qualquer órgão do corpo



- A alergia ao leite envolve a proteína que ultrapassa a barreira mucosa do intestino delgado e chega à corrente sanguínea. Fenômenos alérgicos variados podem ocorrer, como sintomas digestivos (evacuações amolecidas, sangue nas fezes, vômitos, baixo ganho de peso) ou reações em outros aparelhos e sistemas (urticária, eczema ou, em casos mais graves, choque anafilático).

| APLV Alergia à proteína do leite de vaca |  | IL Intolerância a lactose |
|--|---|--|
| Hipersensibilidade do organismo à ingestão de leite, inalação e/ou toque. | O QUE É? | Deficiência enzimática (carência ou baixa produção da lactase), dificultando a absorção do açúcar (LACTOSE) presente no leite. |
| Rápidas: podendo ser urticária, broncoespasmo, manifestações gastrointestinais agudas e, eventualmente, anafilaxia. Tardias: gastrointestinais em pacientes com atopia (p.ex. dermatite atópica), sangue nas fezes em lactentes, vômitos, diarreia, déficit de crescimento, entre outros. As reações não dependem da quantidade de leite ingerido, não podendo nem traços de leite. | REAÇÕES | Mais comuns: diarreia (ou às vezes constipação), distensão abdominal, gases, náusea e sintomas de má digestão. A severidade dos sintomas dependerá da quantidade de lactose ingerida assim como da quantidade que o organismo tolera. |
| DIAGNÓSTICO Exames de sangue, prick test, teste de provocação oral em ambiente hospitalar. Diagnóstico clínico: dieta de exclusão por um prazo e teste de provocação com a exposição ao alérgeno. |  | Confirmação por exame: teste de intolerância à lactose, teste de hidrogênio na respiração e/ou teste de acidez nas fezes. |



www.poenorotulo.com.br