

Carboidratos

Profa. Mônica Roberta Mazalli

Introdução

- ❑ Carboidratos são compostos químicos que contêm átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio (CHO)

Introdução

- São as biomoléculas mais abundantes na face da Terra
- D-glicose é o monossacarído mais abundante na natureza ($C_6H_{12}O_6$)

Classificação

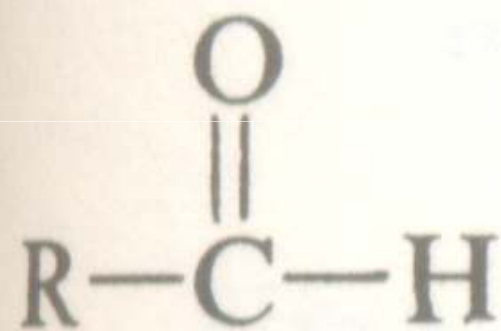
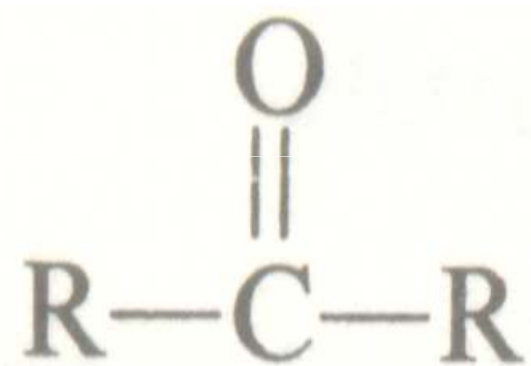
De acordo com o tamanho da molécula:

- Monossacarídeos → carboidratos mais simples; são aldeídos ou cetonas contendo OH na molécula
- Oligossacarídeos → Várias unidades de monossacarídeos (dissacarídeos = 2 moléculas de monossacarídeos – 1 H₂O)
- Polissacarídeos → molécula grande contendo muitas unidades de monossacarídeos com estrutura linear ou ramificada

Monossacarídeos

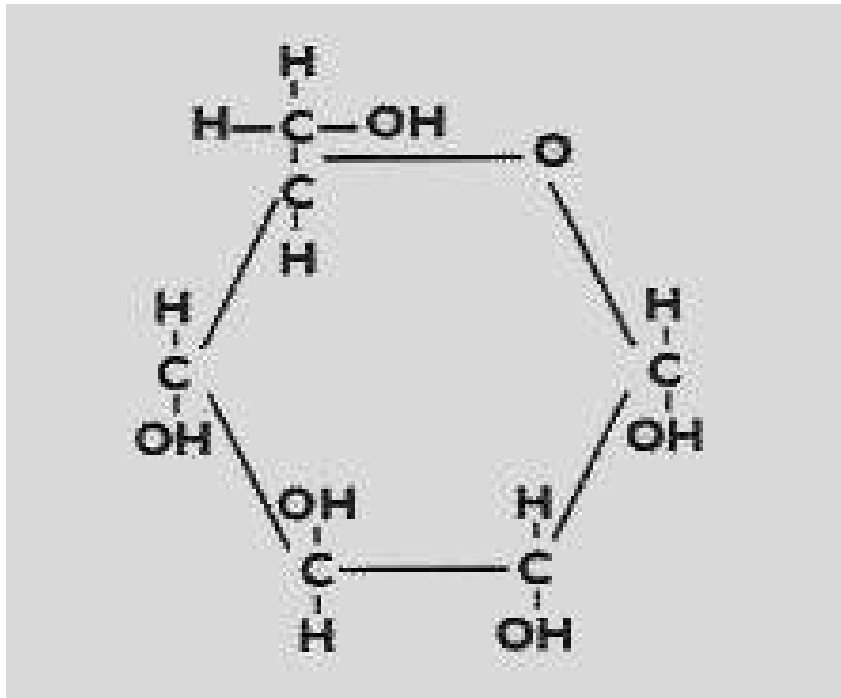
Aldoses e cetoses são subdivididos em:

- ❑ Trioses = gliceraldeído (aldose) diidroxiacetona (cetose)
- ❑ Tetrose = Eritrose
- ❑ Pentoses = ribose, arabinose, xilose e xilobiose
- ❑ Hexoses = glicose, frutose e galactose são os mais comuns em alimentos.



Monossacarídeos comuns ocorrem em formas cíclicas

Glicose



Raramente consumida na forma monossacarídea.

O cérebro é dependente de suprimento regular de glicose.

Muitas funções fisiológicas são necessárias para fornecer glicose para a corrente sanguínea.

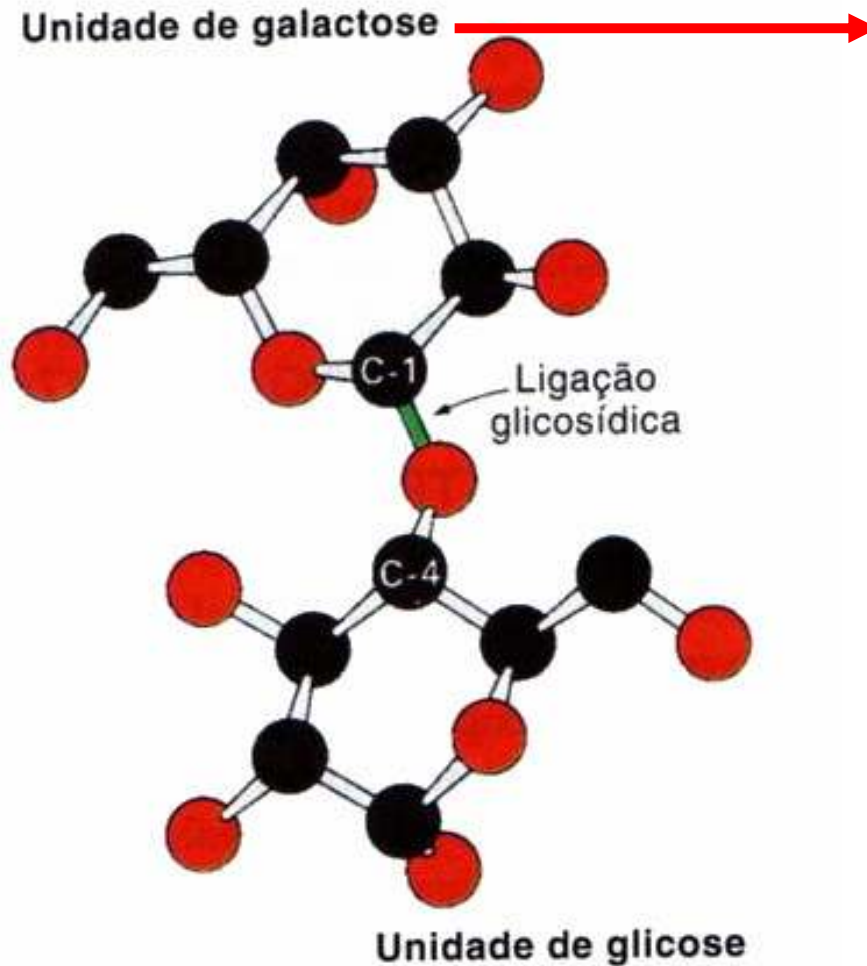
Dissacarídeos

- ❑ Sacarose → glicose e frutose
- ❑ Maltose → resultante da hidrólise do amido que consiste de duas moléculas de glicose com ligação α 1,4
- ❑ Lactose → glicose e galactose

Dissacarídeos

- ❑ Celobiose - hidrólise da celulose que consiste de duas moléculas de glicose com ligação $\beta 1,4$
- ❑ Trealose duas moléculas de glicose com ligação $\alpha 1, 5$

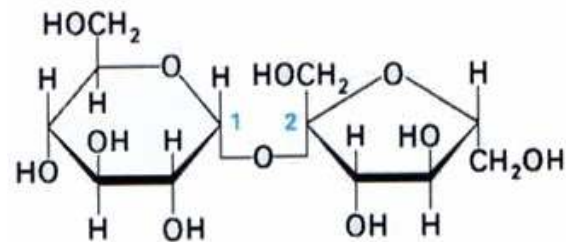
Dissacarídeos - Lactose



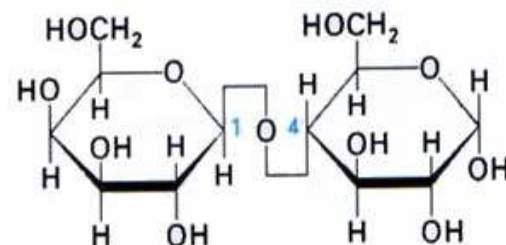
Não é encontrada livre.

Somente pela hidrólise
durante o processo
digestivo

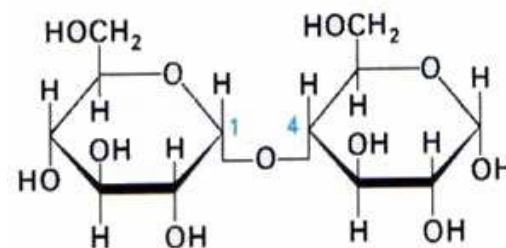
Dissacarídeos



Sacarose
(α -D-Glicopiranosil-(1 $\rightarrow$ 2)-
 β -D-frutofuranosídeo)



Lactose
(β -D-Galactopiranosil-(1 $\rightarrow$ 4)-
 α -D-glicopiranoze)



Maltose
(α -D-Glicopiranosil-(1 $\rightarrow$ 4)-
 α -D-glicopiranoze)

Figura 18.10 Fórmulas dos três diosídeos comuns: sacarose, lactose e maltose. A

Polissacarídeos

- ❑ Xilans - moléculas de xilose com ligações α
- ❑ Amido - formado pela amilose e amilopectina, que são polímeros de glicose. Fonte de reserva mais importante dos vegetais, raízes, sementes e tubérculos (milho, arroz, batata, mandioca, feijão, trigo, etc.)

Amilose (a) e Amilopectina (b)

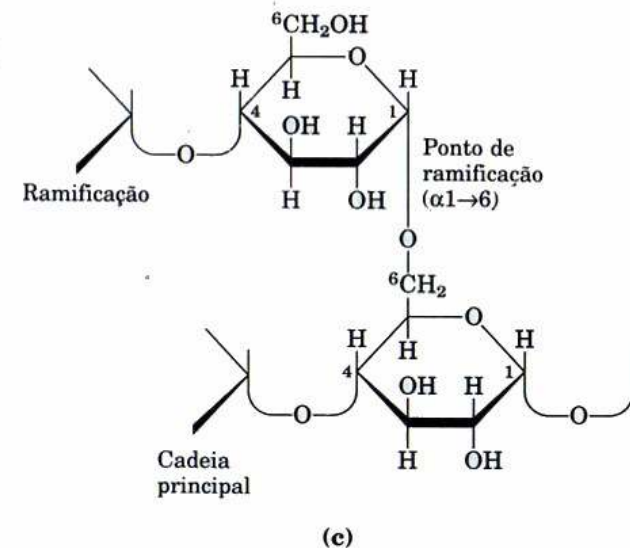
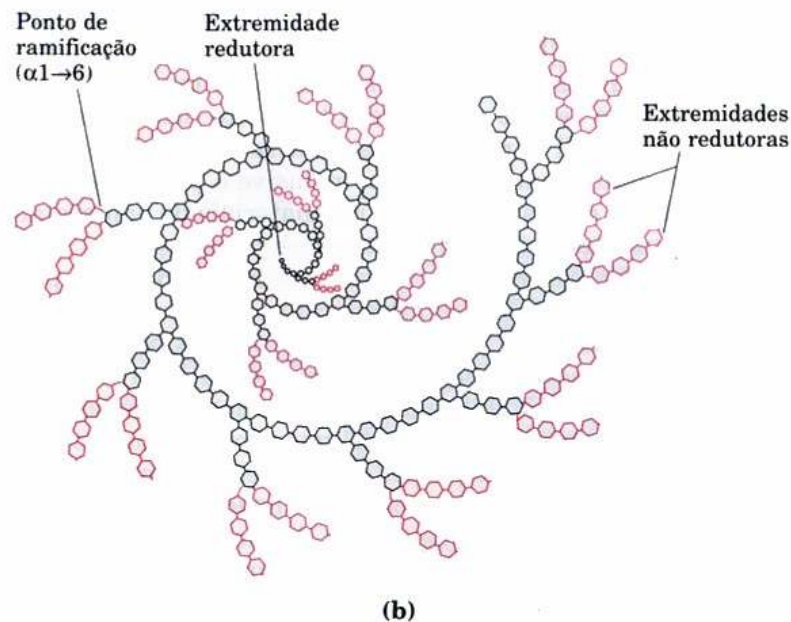
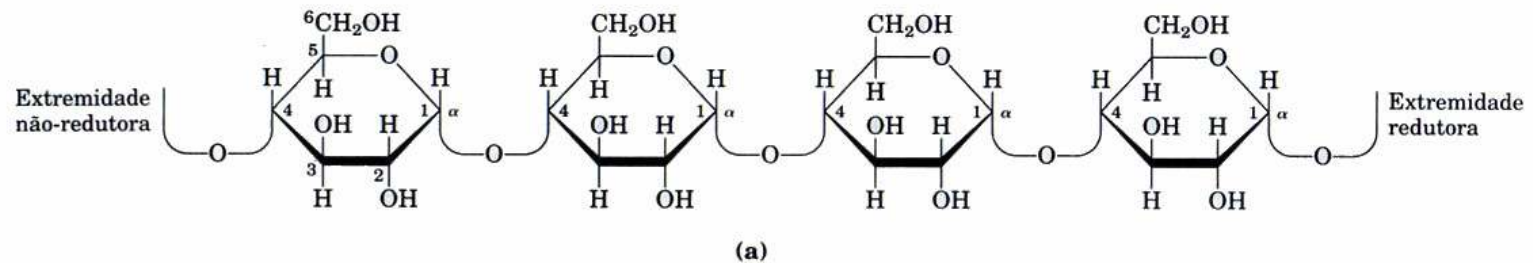


Figura 11-15— Os dois polissacarídeos do amido, a amilose e a amilopectina. (a) A amilose é um polímero linear composto por unidades de α -glicose unidas por ligações ($\alpha 1 \rightarrow 4$). Cada cadeia do polímero contém vários milhares de resíduos de glicose. (b) A amilopectina. Cada um dos hexágonos representa um resíduo de glicose. Os hexágonos coloridos representam resíduos dos ramos exteriores que são retirados enzimaticamente, um de cada vez, durante a mobilização intracelular do amido para produção de energia. Este diagrama mostra apenas uma porção muito pequena de uma molécula muito grande. O glicogênio tem uma estrutura similar, mas é muito mais ramificado e mais compacto. (c) Estrutura de um ponto de ramificação com sua ligação ($\alpha 1 \rightarrow 6$). Durante a hidrólise enzimática do amido e do glicogênio é necessária uma enzima separada para quebrar a ligação ($\alpha 1 \rightarrow 6$).

Polissacarídeos

- ❑ Dextrina - composto resultante da hidrólise do amido, principalmente de amilopectina
- ❑ Glicogênio - carboidrato de reserva do fígado e músculo do homem e dos animais. É um polímero de glicose

Polissacarídeos

- ❑ Celulose - polímero de glicose (β 1,4), é o principal componente da parede celular das plantas
- ❑ Hemicelulose - mistura complexa de glicose, xilose, manose, arabinose e galactose

Polissacarídeos

- ❑ Lignina - composto não carboidrato com elevado peso molecular, é um polímero de origem fenil-propano;
- ❑ Pectina - ác. galacturônico com ligações α 1,4 intercalado por unidade de ramnose.

Na dieta

- ❑ **Açúcares simples:**
- ❑ Intrínsecos → incorporados na estrutura celular dos alimentos (frutas e vegetais)
- ❑ Extrínsecos → não unidos a estrutura celular (leite, mel, suco de frutas)

Na dieta

- ❑ **Carboidratos complexos:**
- ❑ carboidratos estruturais, como a celulose, pectina (frutas, vegetais)
- ❑ Fibras insolúvel → não podem ser digeridos no organismo humano. Incluem carboidratos estruturais, lignina.

Fibras na dieta

Insolúvel

Celulose

Hemicelulose

Lignina

Grãos integrais

Farinha de trigo integral

Solúvel

Aveia

Leguminosas

Pectina: maçãs,
frutas cítricas,
morangos e

Cenouras

Gomas: secreções
vegetais e
sementes

Funções dos Carboidratos

- ❑ Principal fonte de energia → 1g de CHO = 4 Kcal. No mínimo 55% das calorias diárias ingeridas devem vir dos carboidratos
- ❑ Biossíntese de ácidos graxos e aminoácidos
- ❑ Constituição de moléculas complexas - glicolipídeos, glicoproteínas, ácidos nucleicos, etc

Funções dos Carboidratos

- ❑ Síntese de riboflavina e ácido ascórbico
- ❑ Síntese do leite (lactose)
- ❑ Fornecimento de fibra na dieta 

FIBRAS INSOLÚVEIS PODEM MODIFICAR AS [] SÉRICAS DE LIPÍDEOS

- As fibras se ligam aos ácidos biliares fecais e aumentam a excreção de colesterol derivado de ácido biliar,
- As fibras impedem a absorção da gordura e colesterol da dieta unindo-se aos ácidos biliares e lipídeos,
- Os oligossacarídeos fermentáveis e a fibra da dieta são convertidos pelas bactérias intestinais em ácidos graxos de cadeia curta e diminuem os lipídeos sanguíneos por mecanismos ainda não claros.

FIBRAS – EFEITO NEGATIVO

- Fitatos interagem com vitaminas e minerais e podem reduzir a absorção destes.
- O Fitato é um anel de 6C com fosfato ligado a cada C e é encontrado nas cascas da semente de grãos e leguminosas e possui a capacidade de se ligar a íons metálicos, especialmente cálcio, cobre, ferro e zinco.
- E o Ca ??

TABELA 4.1 – Fontes e papel nutricional dos principais monossacarídeos.

	Fonte	Função
PENTOSE		
D-ribose	Formado nos processos metabólicos	Componente dos ácidos nucléicos e coenzimas ácido ribonucléico (RNA), flavoproteínas
HEXOSES		
D-glicose	Sucos de frutas, hidrólise do açúcar, cana-de-açúcar, maltose e lactose	“Açúcar” do corpo: fluidos sanguíneos e dos tecidos; combustível celular
D-frutose	Frutas, sucos, mel, hidrólise da sacarose da cana-de-açúcar	Transformação para glicose no fígado e no intestino para servir como combustível básico do organismo
D-galactose	Hidrólise da lactose (açúcar do leite)	Mudança para glicose no fígado; combustível celular; sintetizada na glândula mamária para produzir lactose do leite; constituinte dos glicolípides e glicoproteínas

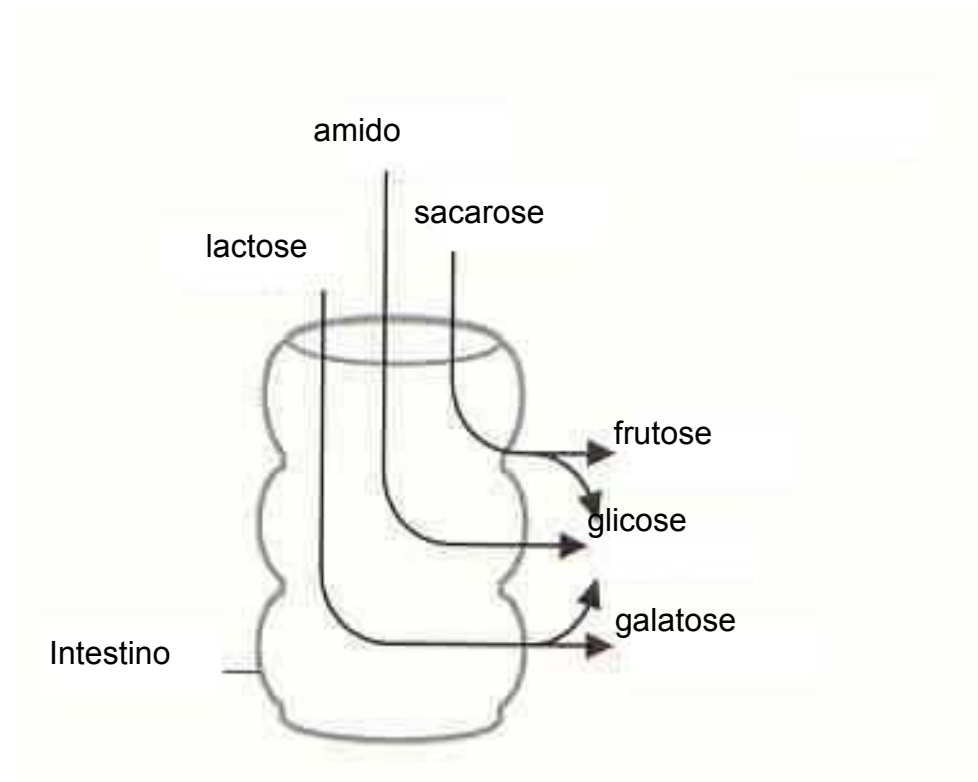
Tabela 11-2— Estrutura e função de alguns polissacarídeos e glicoconjugados

Polímero	Tipo*	Unidade repetitiva	Tamanho (número de unidades monossacarídicas)	Funções
Amido	Homo-	($\alpha 1 \rightarrow 4$)Glc, linear	De poucos milhares a 500.000	Armazenagem de energia: nos vegetais
Amilose				
Amilopectina	Homo-	($\alpha 1 \rightarrow 4$)Glc, com ramos ($\alpha 1 \rightarrow 6$)Glc a cada 24-30 resíduos	Até 10^6	Armazenagem de energia: nos vegetais
Glicogênio	Homo-	($\alpha 1 \rightarrow 4$)Glc, com ramos ($\alpha 1 \rightarrow 6$)Glc a cada 8-12 resíduos	Varia (muitos milhões)	Armazenagem de energia: nas bactérias e células animais
Celulose	Homo-	($\beta 1 \rightarrow 4$)Glc	Até 15.000	Estrutural: fornece rigidez e resistência às paredes celulares dos vegetais
Quitina	Homo-	($\beta 1 \rightarrow 4$)GlcNAc	Muito grande	Estrutural: fornece rigidez e resistência ao exoesqueleto de insetos, aranhas e crustáceos
Peptidoglicano	Hétero-; ligado com peptídio	MurNAc($\beta 1 \rightarrow 4$)GlcNAc	Muito grande	Estrutural: fornece rigidez e resistência ao envoltório celular bacteriano
Glicosaminoglicano (hialuronato)	Hétero-; ácido	GlcUA($\beta 1 \rightarrow 3$)GlcNAc	Varia ($>10^6$)	Estrutural: matriz extracelular na pele, tecido conjuntivo; viscosidade e lubrificação nas articulações dos vertebrados
Proteoglicanos	Hétero-; ligado com proteína principalmente carboidrato	Ácido urônico ($\beta 1 \rightarrow 3$)-ligado com hexosamina sulfatada	Varia	Estrutural: resiliência, viscosidade e lubrificação nas articulações dos vertebrados

Digestão de Carboidratos

Mais de 50% das calorias de uma dieta normal são obtidas do amido, sacarose e lactose. Estes glicídios da dieta são convertidos em glicose, galactose e frutose no trato digestivo pela alfa-amilase e enzimas da borda em escova no intestino.

.



- Amilase: secretada pela saliva e pâncreas cliva apenas ligação α entre duas moléculas de glicose.
- As enzimas na mucosa intestinal agem apenas nas seguintes ligações glicosídeas:
- Sacarase: cliva ligação α entre C1 da glicose e C2 da frutose
- Maltase: cliva ligação α entre C1 da glicose e C4 da glicose.
- Isomaltase: cliva ligação α entre C1 da glicose e C6 da glicose.
- Lactase: cliva ligação β entre C1 da galactose e C4 da glicose.

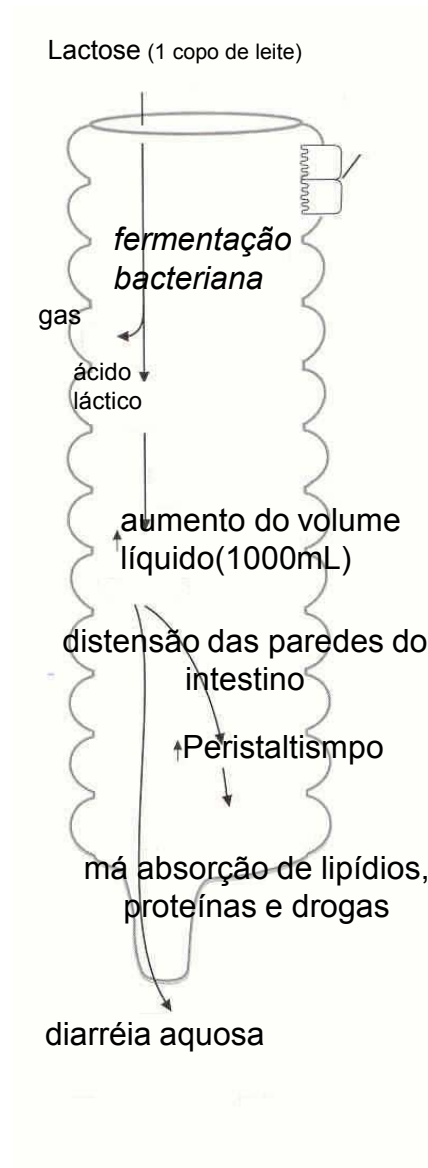
- Os CHOs que contêm quaisquer outras ligações não podem ser digeridos e são classificados como fibra dietética.

■ A digestão do CHO é modificada:

1. Disponibilidade relativa ou resistência do amido à ação enzimática.
2. Atividade da lactase na borda em escova da mucosa
3. Presença de gordura que torna o esvaziamento do estômago lento.

Deficiência de Lactase

1 litro de líquido extracelular é perdido por cada 9g de lactose contidos em 1 copo de leite



BOCA

- A amilase salivar (**ptialina**) que atua em pH neutro ou levemente alcalino, inicia a ação digestiva pela hidrólise de uma pequena quantidade de moléculas de amido em fragmentos menores.
- A amilase é desativada após o contato com o ácido clorídrico.
- Se os CHOs digeríveis permanecessem no estômago o tempo suficiente, a hidrólise ácida eventualmente reduziria muitos deles em monossacarídeos.
- Entretanto, o estômago usualmente se esvazia antes que uma digestão significativa possa ocorrer, então a digestão de CHOs se dá quase toda no intestino delgado proximal.

Intestino

- A amilase pancreática quebra as moléculas grandes de amido nas ligações α 1,4 resultando em maltose, maltotriose e dextrinas.
- As enzimas da borda em escova dos enterócitos quebram ainda mais os dissacarídeos e oligossacarídeos em monossacarídeos.
- Estas membranas externas da célula também contém as enzimas sacarase, lactase e isomaltase que atuam sobre a sacarose, lactose e isomaltose, respectivamente.
- Os monossacarídeos após digestão são liberados nas formas de pentoses ou hexoses.

Intestino



- Os monossacarídeos resultantes, glicose, galactose e frutose atravessam as células da mucosa através dos capilares das vilosidades, entram na corrente sanguínea



onde são levados pela veia porta até o **FÍGADO**.

- A glicose e galactose são absorvidas por transporte ativo, primariamente por um carreador dependente de sódio;
- a frutose é mais lentamente absorvida por difusão facilitada que também é dependente de sódio.

Sódio

- A glicose se associa com o carregador e com o Na^+ nas microvilosidades e esse complexo atravessa da parte externa da membrana para o interior das células da mucosa, onde há uma dissociação com a liberação de glicose e Na^+ no citoplasma.
- O Na^+ é então bombeado para fora por um sistema de transporte ativo, deixando a glicose no interior do citoplasma.
- Esse sistema de **transporte ativo** requer além do íon sódio, energia na forma de ATP para a remoção do sódio do interior para o exterior da célula.

- O transporte dependente de sódio dos monossacarídeos é a razão pela qual as bebidas com sódio e glicose são utilizadas pra reidratar bebês com diarreia ou atletas que perderam grande quantidade de fluido.

Metabolismo de CHO's

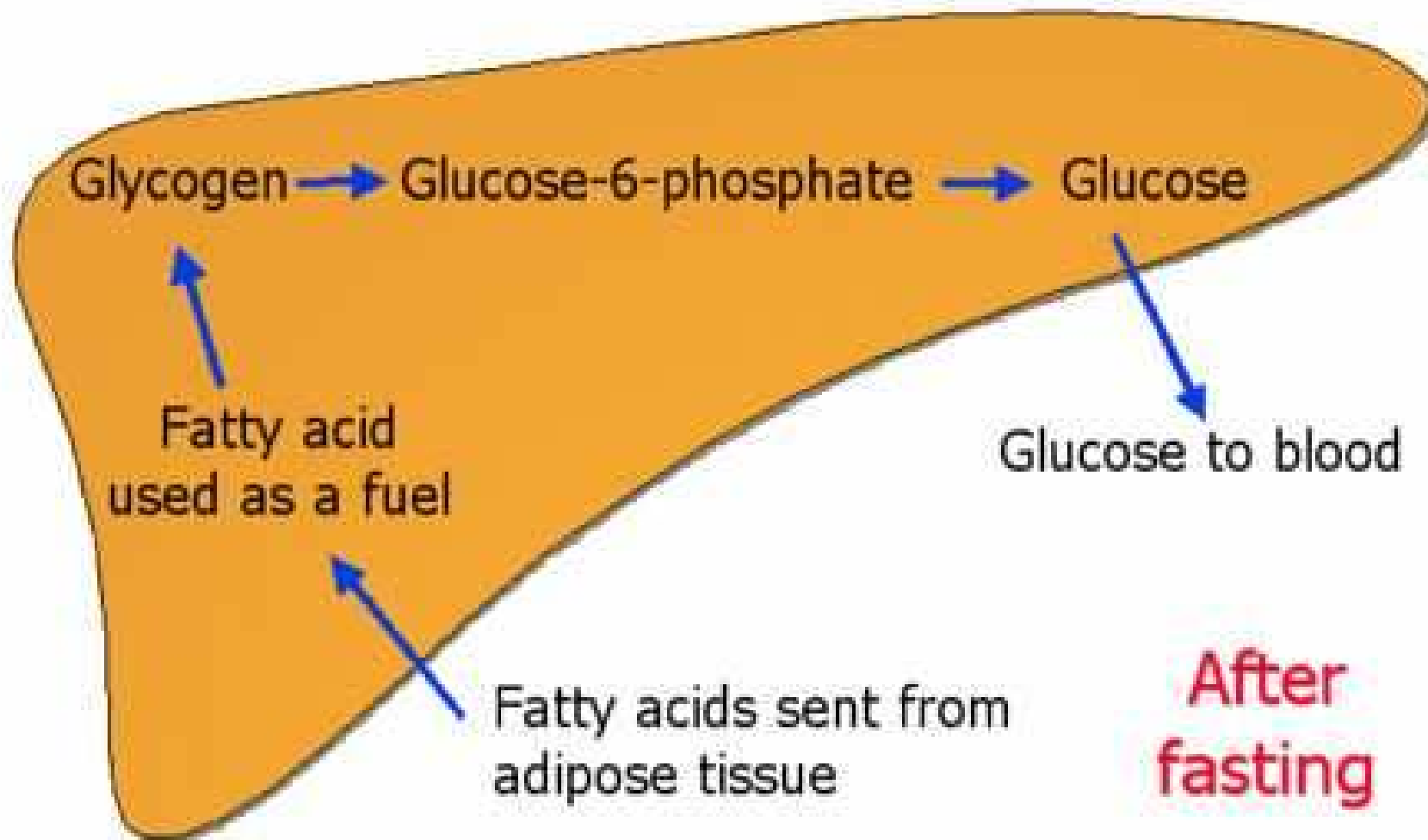
Regulação de Lipídeos no sangue

- O aumento de triacilglicerois induzida por CHOs pode resultar do consumo de uma dieta de alto teor de CHO's.
- CHO estimula grandes liberações de insulina que estimula a captura de glicose pelos músculos e fígado, ativa a síntese de glicogênio.
- Cerca de 2hs após uma refeição a absorção intestinal é completa, porém os efeitos da insulina persistem e o nível de glicose sanguínea cai, algumas vezes abaixo do normal

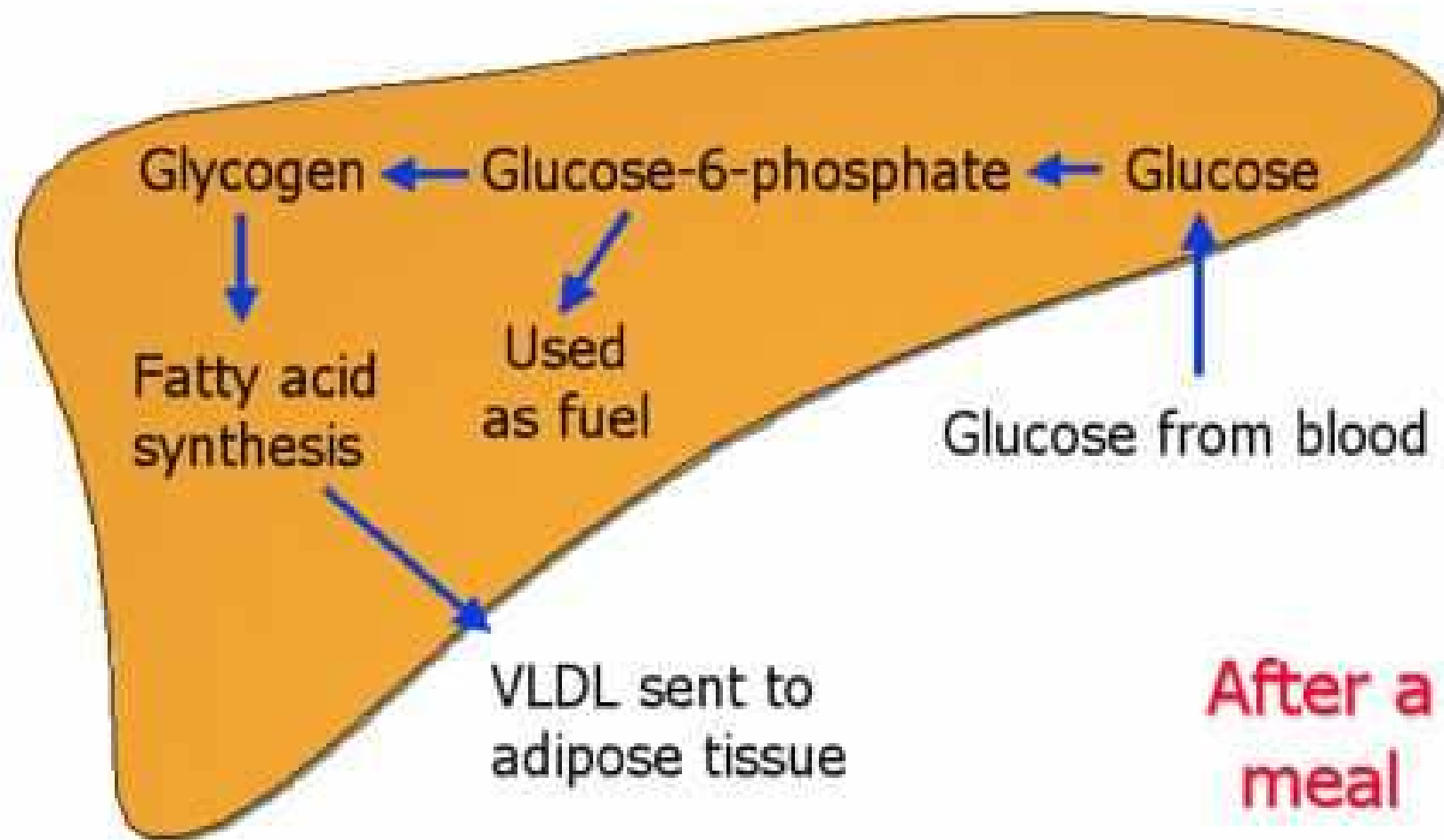
Regulação de Lipídeos no sangue

- O corpo interpreta este estado hipoglicêmico como inanição e secreta hormônios contra regulatórios que liberam ácidos graxos livres das células adiposas.
- Os ácidos graxos são agrupados nas VLDL no fígado elevando desta forma os triacilgliceróis séricos.

O Fígado



O Fígado

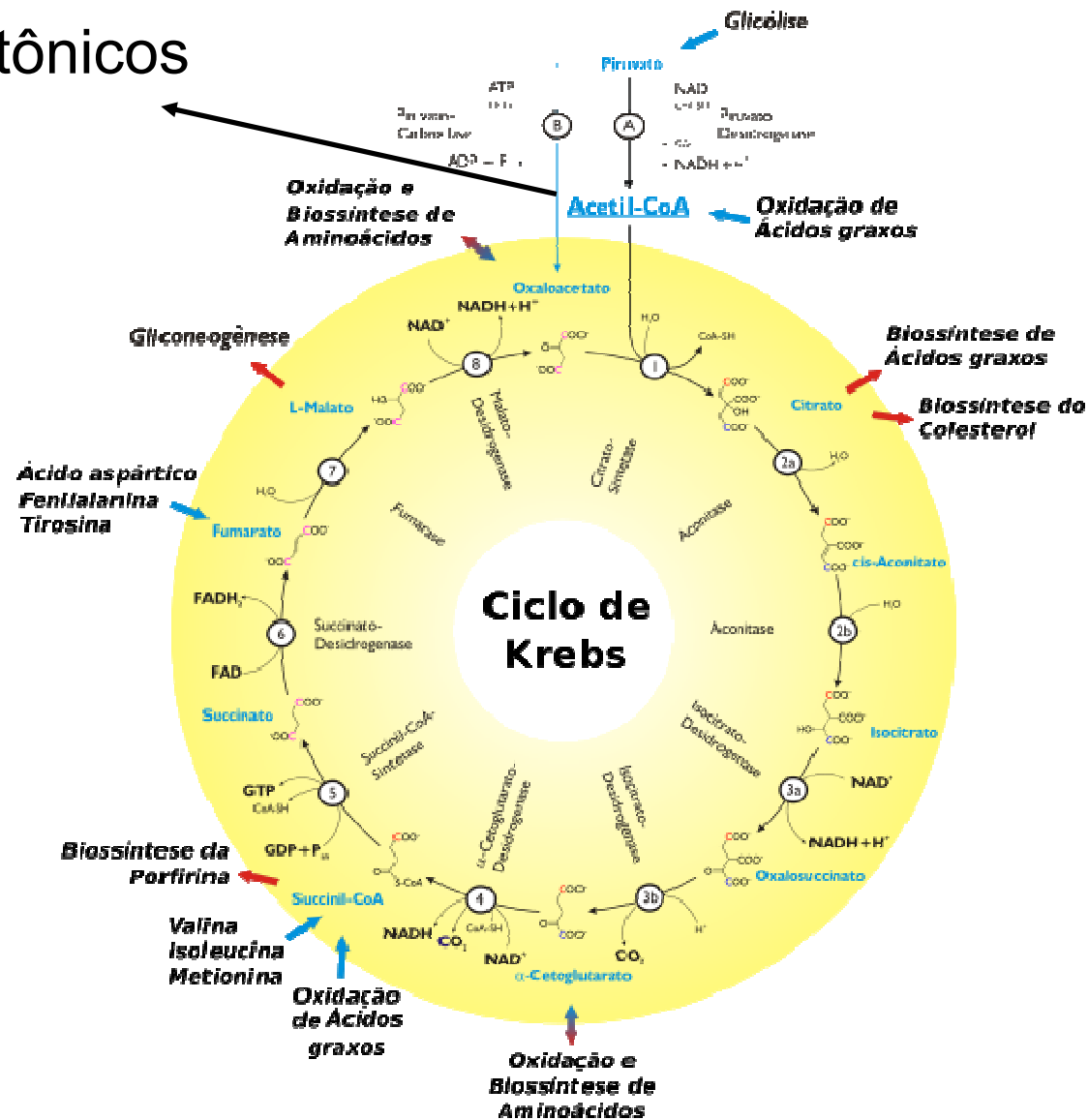


Tecido adiposo

Local de Estoque de Ácidos Graxos

- ❑ Ácidos graxos são transportados do fígado na forma de VLDL
- ❑ São também convertidos em triacilgliceróis e estocados no tecido adiposo
- ❑ excesso de glicose → →armazenar lipídeos

Corpos cetônicos



O Cérebro

Glicose é sua principal fonte de energia

- Consome $\pm$ 60% de toda glicose utilizada pelo corpo
- Na ausência de glicose, corpos cetônicos passam a ser utilizados

