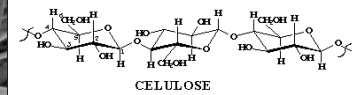
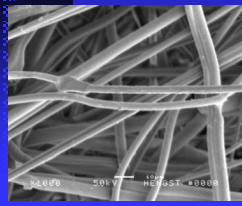


# METABOLISMO DOS CARBOIDRATOS



## Metabolismo dos Carboidratos

São compostos à base de C, H, O distribuídos em abundância nos tecidos animais e vegetais.

## Metabolismo dos Carboidratos

Quimicamente, são derivados aldeídicos e cetônicos de álcoois poli-hídricos (possuem mais de um grupo -OH).

A fórmula geral dos carboidratos é:



## Metabolismo dos Carboidratos

Além de carbono, hidrogênio e oxigênio podem conter também em sua estrutura nitrogênio, enxofre ou fósforo e outros grupos funcionais.

Podem ser conhecidos como oses, glicídios, sacarídeos.

## Metabolismo dos Carboidratos

### Importância:

- Na forma livre, são nutrientes das células para obter energia.
- Podem ser metabólitos intermediários de importantes processos biológicos, como a respiração celular e fotossíntese.
- Podem se constituir em até 90% das moléculas orgânicas de alguns organismos.

## Metabolismo dos Carboidratos

### Funções:

- ENERGÉTICA
- ESTRUTURAL
- RESERVA ENERGÉTICA

## Metabolismo dos Carboidratos

**Função Energética:** são os principais produtores de energia na forma de ATP, cujas ligações ricas em energia são quebradas sempre que as células que precisam de energia para suas reações bioquímicas. Os seres vivos (exceto os vírus) possuem metabolismo adaptado ao consumo de glicose como substrato energético. Outros organismos podem lançar mão de outros artifícios na ausência de glicose.

## Metabolismo dos Carboidratos

### Função Estrutural:

- parede celular dos vegetais constituída por carboidratos polimerizados (celulose, lignina, hemicelulose);
- carapaça dos insetos contém quitina, polímero resistente (exo-esqueleto);
- células animais possuem carboidratos circundando a membrana plasmática que dão especificidade celular, estimulando a permanência de células agregadas a um tecido (glicocálix).

## Metabolismo dos Carboidratos

Função de Reserva Energética:

→ nos vegetais, o amido, polímero de glicose;

→ nos animais, há o glicogênio, também polímero de glicose porém com estrutura mais compacta e ramificada.

## Metabolismo dos Carboidratos

CLASSIFICAÇÃO

**MONOSSACARÍDIOS** (AÇÚCARES SIMPLES)

→ ALDOSES

→ CETOSES

	<b>Aldo-açúcares</b>	<b>Ceto-açúcares</b>
Trioses	Glicerose	Dihidroxiacetona
Tetroses	Eritrose	Eritrulose
Pentoses	Ribose, Xilose, Arabinose	Ribulose
Hexoses	Glicose, Galactose, Manose	Frutose

(HARPER et al., 1982)

## Metabolismo dos Carboidratos

CLASSIFICAÇÃO

Podem ser divididos em dois grupos:

- Holosídeos – formados exclusivamente por monossacarídeos.
- Heterosídeos – apresentam outros grupos funcionais ligados a eles (proteínas, lipídios, alcoóis, fenóis, minerais, etc.)

## Metabolismo dos Carboidratos

CLASSIFICAÇÃO

- Holosídeos

→ Oligossacarídeos: Contém de 2 a 10 monossacarídeos e os mais importantes são os dissacarídeos união de dois monossacarídeos

→ Polissacarídeos: formados por várias unidades de monossacarídeos.

## Metabolismo dos Carboidratos

### CLASSIFICAÇÃO

- Holosídeos
- Oligossacarídeos: Contém de 2 a 10 monossacarídeos são os dissacarídeos (união de dois monossacarídeos) são os mais importantes

## Metabolismo dos Carboidratos

### CLASSIFICAÇÃO

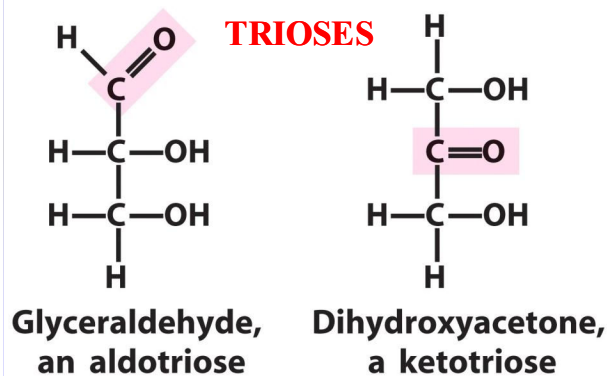
- Holosídeos
- dissacarídeos (sacarose, maltose, lactose, celobiose)
- trissacarídeos (rafinose)
- tetrassacarídeos (estaquiose)
- pentassacarídeos (verbascose)
- dextrinas

## Metabolismo dos Carboidratos

### CLASSIFICAÇÃO

- Polissacarídeos: podem ser divididos em dois grupos:
- Homopolissacarídeos: repetição de um único monômero.
- Heteropolissacarídeos: composição mais variada, e contém mais de um tipo de monômero.

## Metabolismo dos Carboidratos



**Metabolismo dos Carboidratos**

**TRIOSES D-Aldoses TETROSES**

<p style="text-align: center;"><b>Three carbons</b></p> $  \begin{array}{c}  \text{H} \\  \diagdown \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">D-Glyceraldehyde</p>	<p style="text-align: center;"><b>Four carbons</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none; padding: 5px;"> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{H} \\  \diagdown \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  </math> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">D-Erythrose</p> </td> <td style="border: none; padding: 5px;"> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{H} \\  \diagdown \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  </math> <p style="text-align: center; border: none; padding: 2px;">D-Threose</p> </td> </tr> </table>	$  \begin{array}{c}  \text{H} \\  \diagdown \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">D-Erythrose</p>	$  \begin{array}{c}  \text{H} \\  \diagdown \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center; border: none; padding: 2px;">D-Threose</p>
$  \begin{array}{c}  \text{H} \\  \diagdown \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">D-Erythrose</p>	$  \begin{array}{c}  \text{H} \\  \diagdown \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center; border: none; padding: 2px;">D-Threose</p>		

**Metabolismo dos Carboidratos**

**TRIOSES D-Ketoses TETROSES**

<p style="text-align: center;"><b>Three carbons</b></p> $  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">Dihydroxyacetone</p>	<p style="text-align: center;"><b>Four carbons</b></p> $  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">D-Erythrulose</p>
---	---

**Metabolismo dos Carboidratos**

**PENTOSES**

$  \begin{array}{c}  \text{H} \\  \diagdown \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center;">D-Ribose, an aldopentose</p>	$  \begin{array}{c}  \text{H} \\  \diagdown \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{CH}_2 \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center;">2-Deoxy-D-ribose, an aldopentose</p>
--	--

**D-Ketoses**

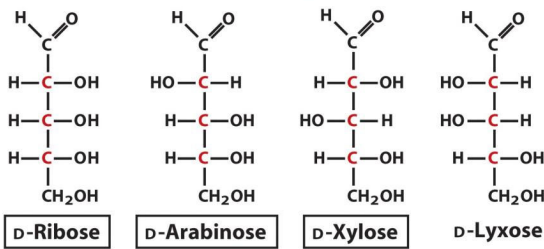
<p style="text-align: center;"><b>Five carbons</b></p> $  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">D-Ribulose</p>	<p style="text-align: center;"><b>Six carbons</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none; padding: 5px;"> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  </math> <p style="text-align: center; border: none; padding: 2px;">D-Psicose</p> </td> <td style="border: none; padding: 5px;"> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  </math> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">D-Fructose</p> </td> </tr> </table>	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center; border: none; padding: 2px;">D-Psicose</p>	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">D-Fructose</p>	<p style="text-align: center;"><b>Six carbons</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none; padding: 5px;"> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  </math> <p style="text-align: center; border: none; padding: 2px;">D-Sorbose</p> </td> <td style="border: none; padding: 5px;"> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  </math> <p style="text-align: center; border: none; padding: 2px;">D-Tagatose</p> </td> </tr> </table>	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center; border: none; padding: 2px;">D-Sorbose</p>	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center; border: none; padding: 2px;">D-Tagatose</p>
$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center; border: none; padding: 2px;">D-Psicose</p>	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">D-Fructose</p>					
$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center; border: none; padding: 2px;">D-Sorbose</p>	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p style="text-align: center; border: none; padding: 2px;">D-Tagatose</p>					

**Metabolismo dos Carboidratos**

**Metabolismo dos Carboidratos**

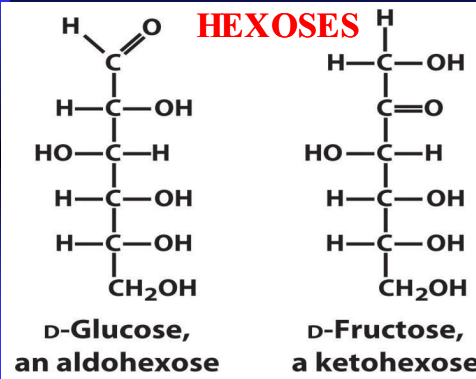
**D-Aldoses PENTOSSES**

Five carbons



**Metabolismo dos Carboidratos**

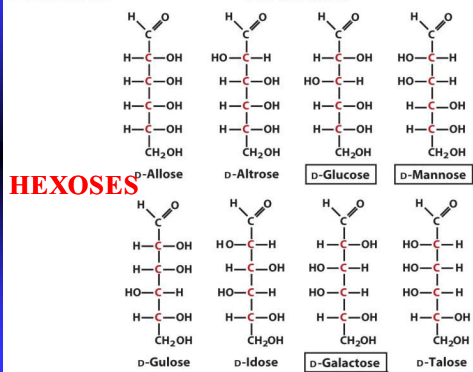
**HEXOSSES**



**Metabolismo dos Carboidratos**

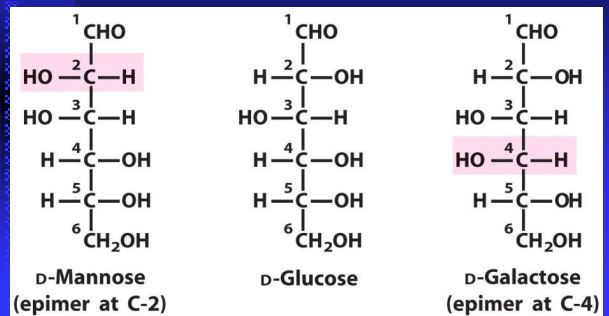
D-Aldoses

Six carbons

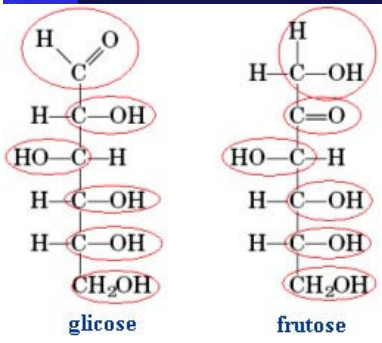


**HEXOSSES**

**Metabolismo dos Carboidratos**



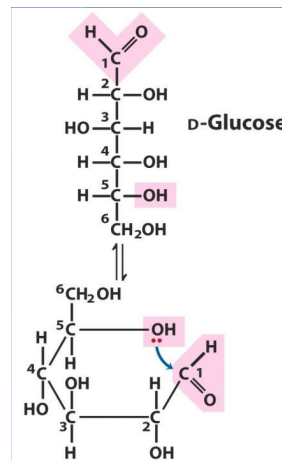
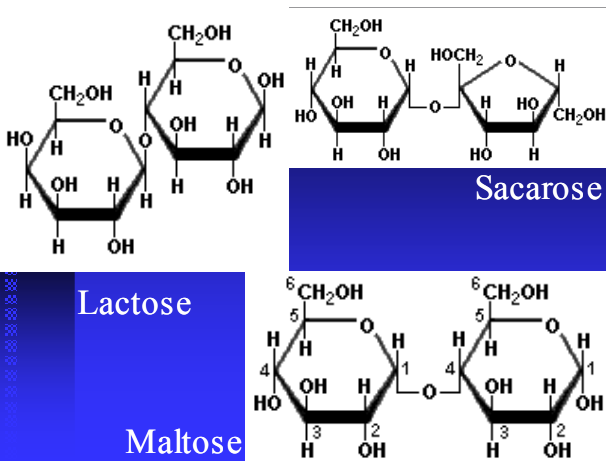
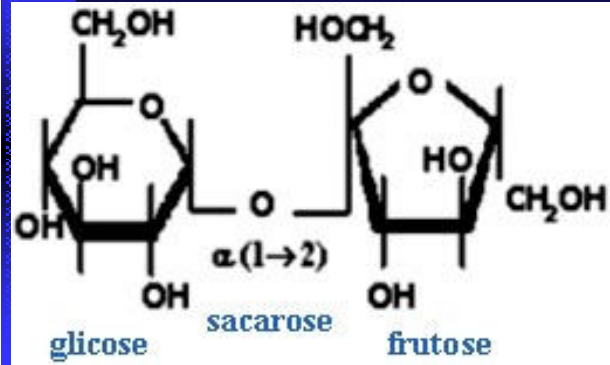
### Metabolismo dos Carboidratos



Estrutura em hemiacetal e fórmulas cíclicas

As aldopentoses e hexoses não apresentam estrutura linear e adotam estruturas cíclicas de forma pentagonal o hexagonal.

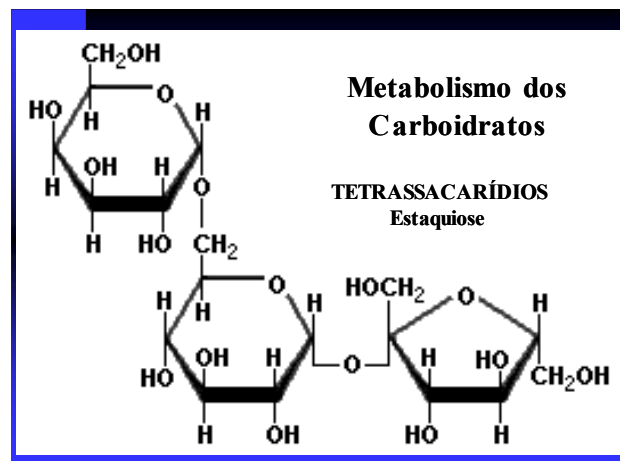
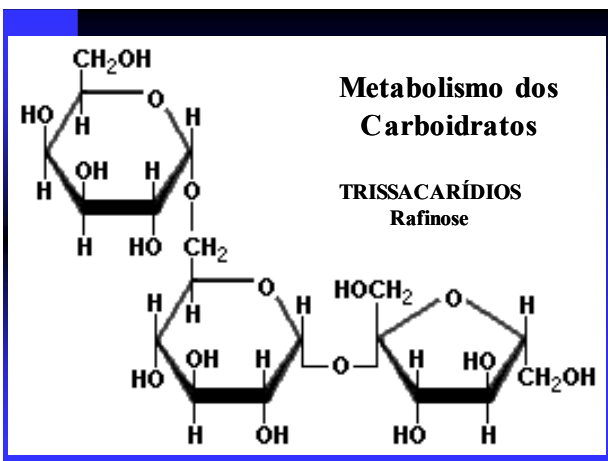
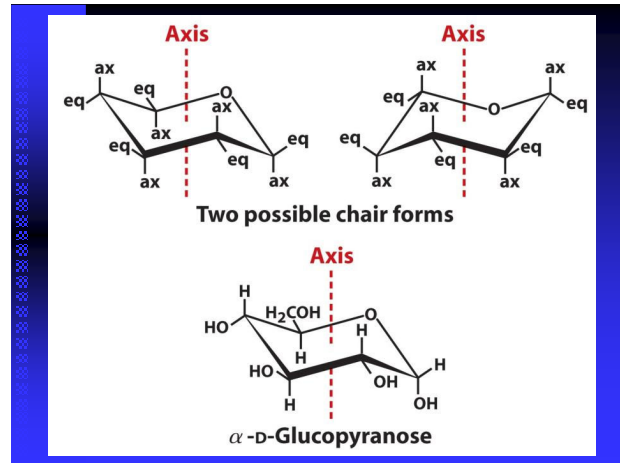
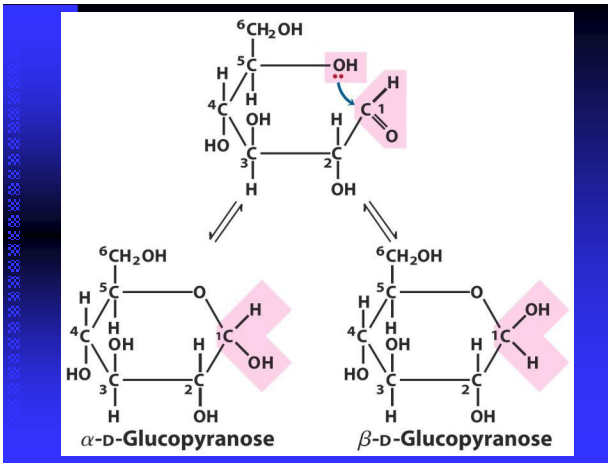
### Metabolismo dos Carboidratos



### Metabolismo dos Carboidratos

#### MONOSSACARÍDIOS

Formação da ligação hemiacetal para formação do grupo pirano





## Metabolismo dos Carboidratos

### CLASSIFICAÇÃO

**DISSACARÍDIOS:** sacarose, maltose, lactose, celobiose

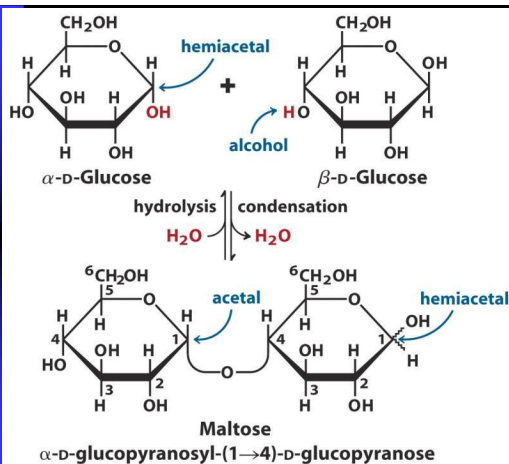
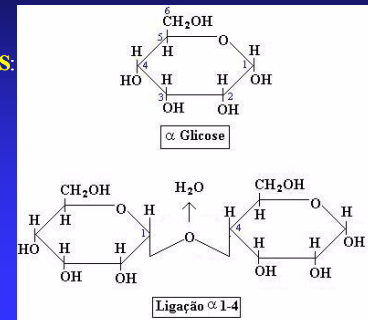
**OLIGOSSACARÍDIOS:** de 3 a 10 unidades de monossacarídeos. Ex. Dextrina, maltotriose.

**POLISSACARÍDIOS:** mais de 10 moléculas de monossacarídeos. Ex. amido, amilopectina, amilose, celulose, glicogênio.

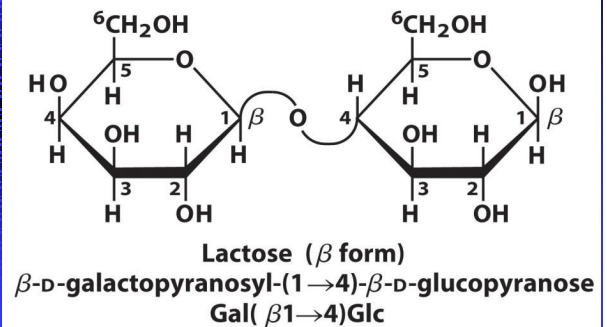
(HARPER et al., 1982)

## Metabolismo dos Carboidratos

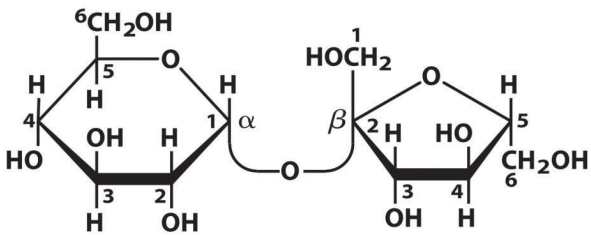
### DISSACARÍDIOS:



## Metabolismo dos Carboidratos

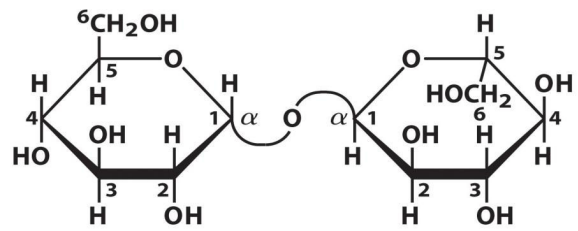


**Metabolismo dos Carboidratos**



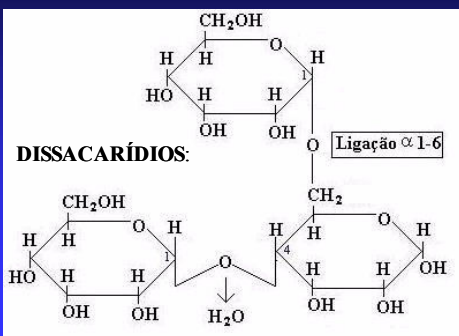
**Sucrose**  
 $\alpha$ -D-glucopyranosyl  $\beta$ -D-fructofuranoside  
 Glc( $\alpha$ 1 $\leftrightarrow$ 2 $\beta$ )Fru

**Metabolismo dos Carboidratos**



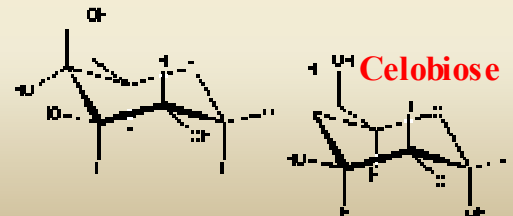
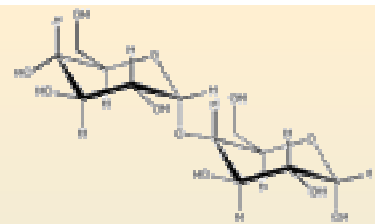
**Trehalose**  
 $\alpha$ -D-glucopyranosyl  $\alpha$ -D-glucopyranoside  
 Glc( $\alpha$ 1 $\leftrightarrow$ 1 $\alpha$ )Glc

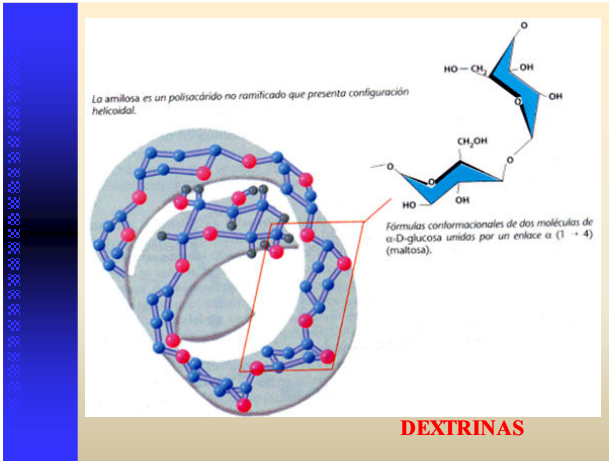
**Metabolismo dos Carboidratos**



**DISSACARÍDIOS:**

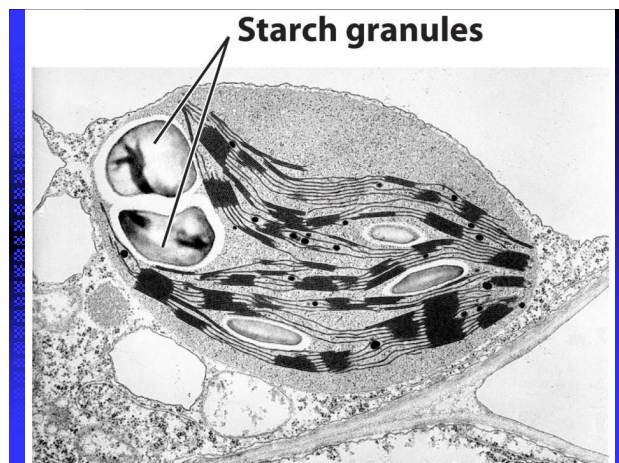
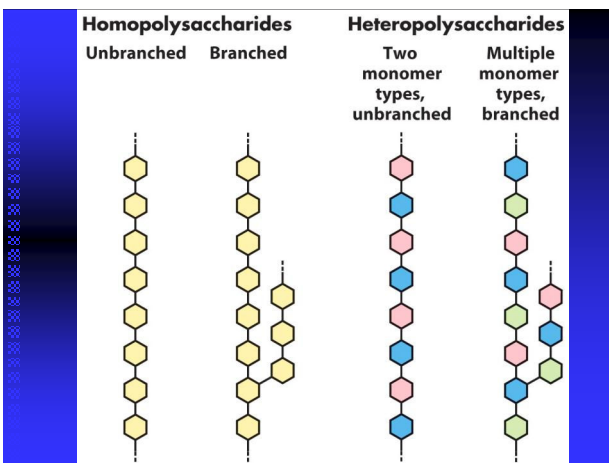
**Maltose**

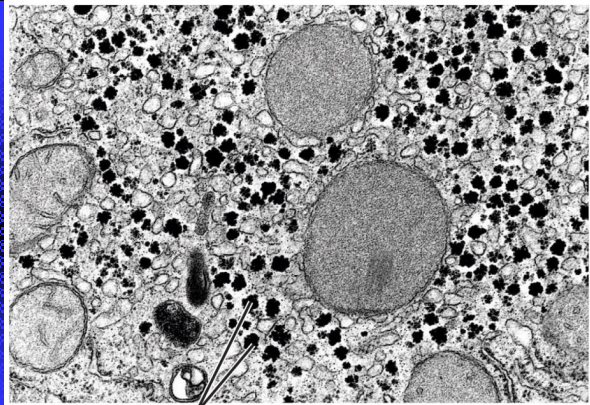




## Metabolismo dos Carboidratos

**POLISSACÁRIDOS:**

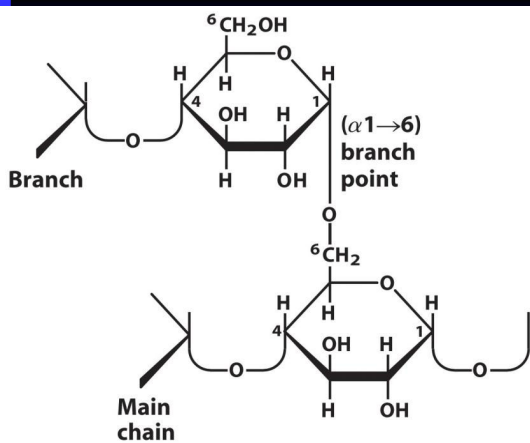
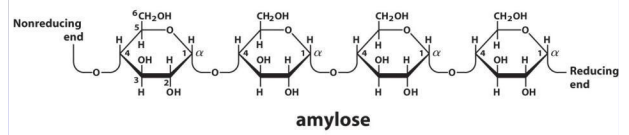




**Glycogen granules**

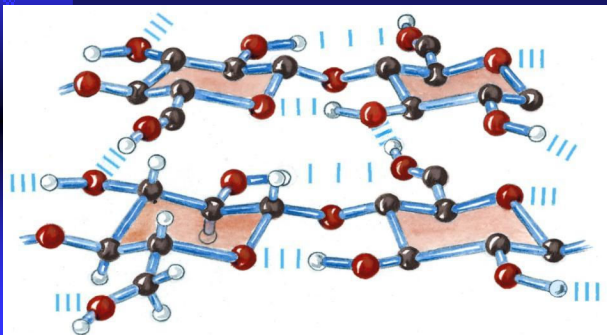
**Metabolismo dos Carboidratos**

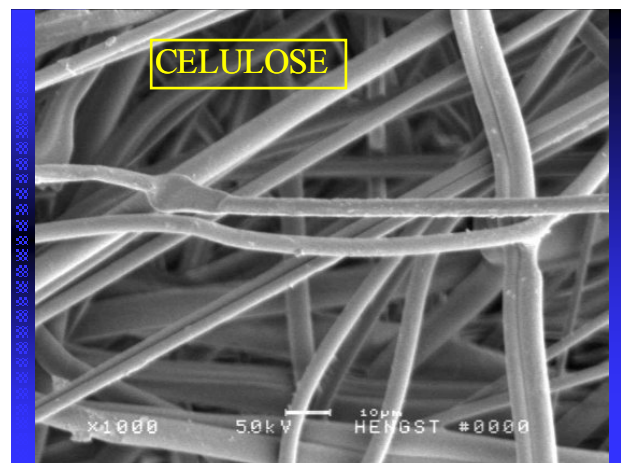
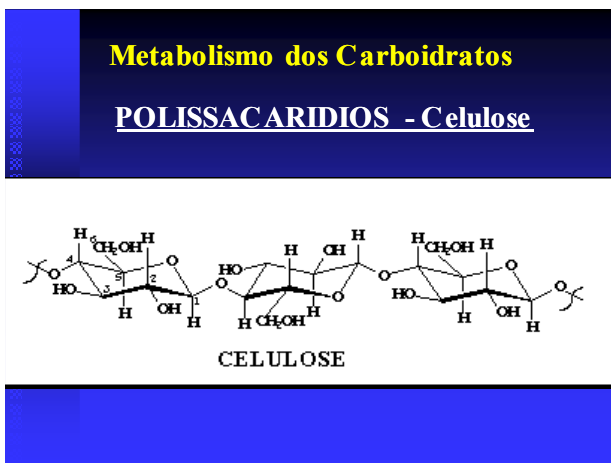
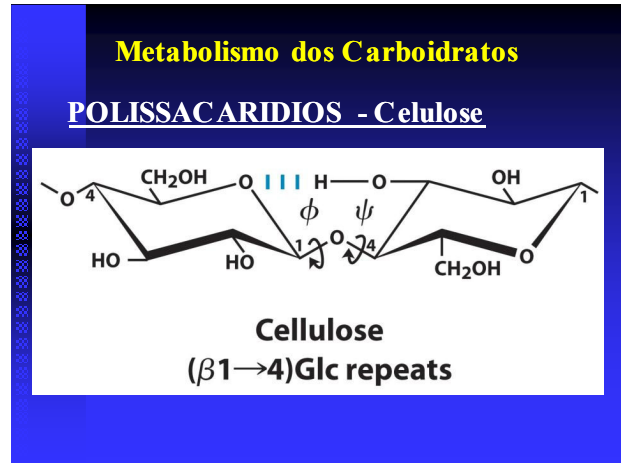
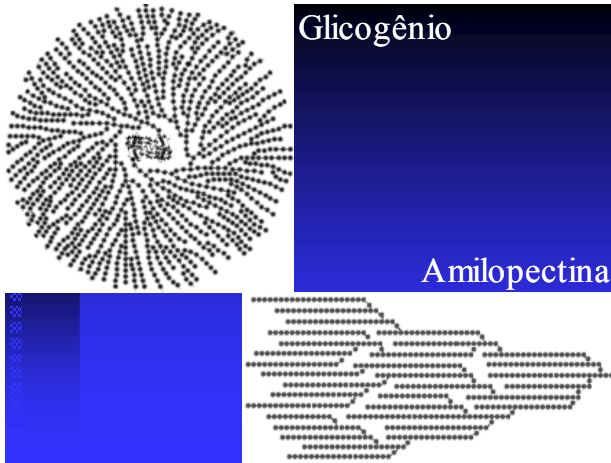
**POLISSACARIDIOS - Amilose**

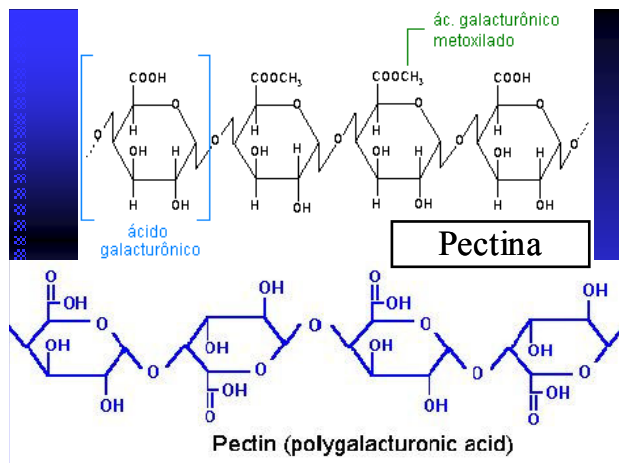
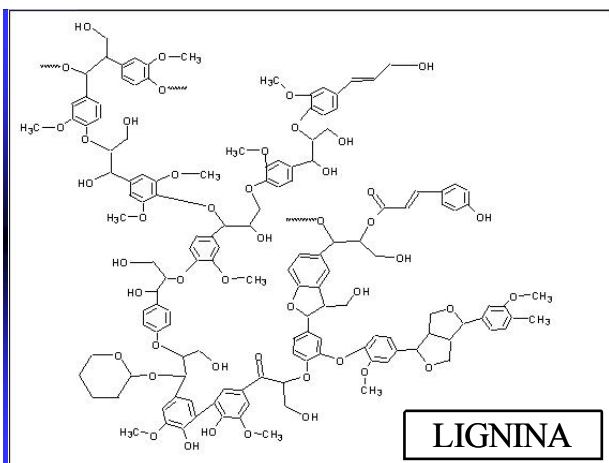
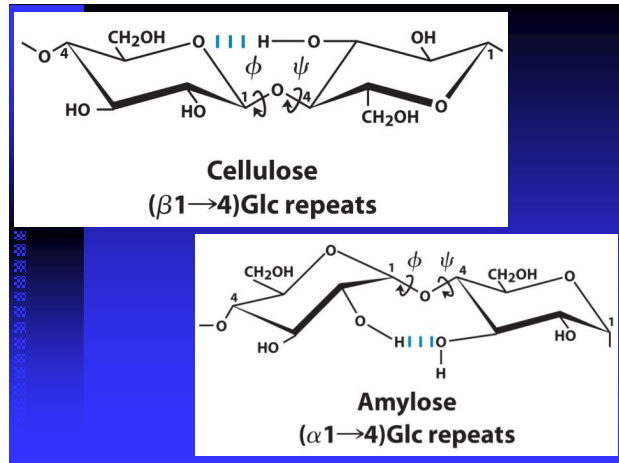
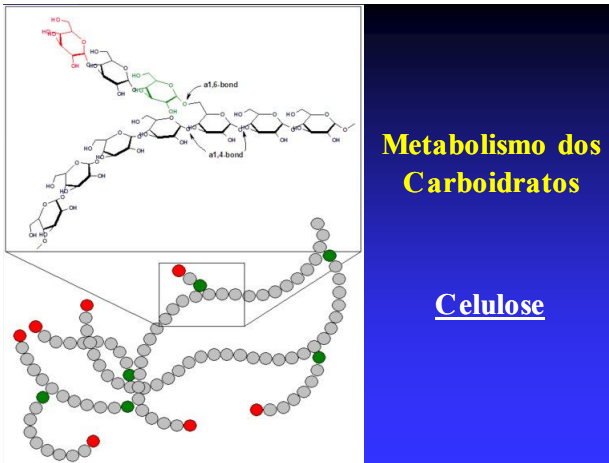


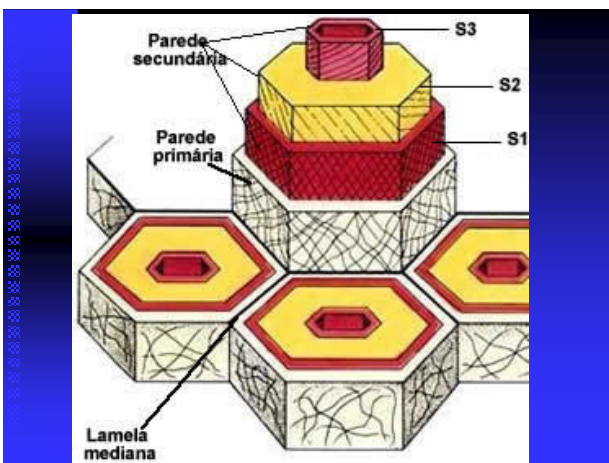
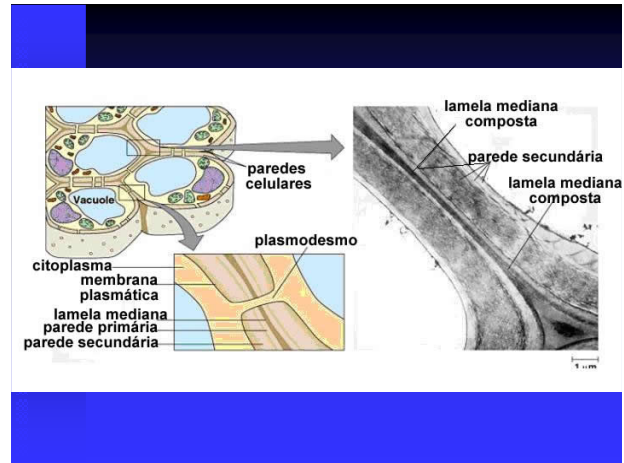
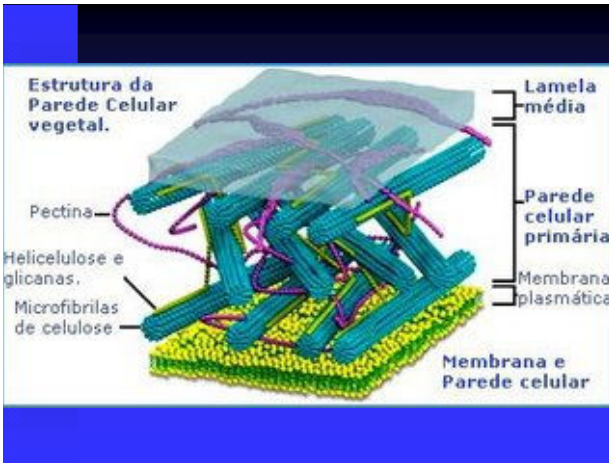
**Metabolismo dos Carboidratos**

**POLISSACARIDIOS - Amilopectina**









**NUTRIENTES E SEU METABOLISMO**  
**Carboidratos**

**Digestão de polissacarídeos ramificados**

**Digestão de polissacarídeos ramificados**

**NUTRIENTES E SEU METABOLISMO**  
**Carboidratos**

**METABOLISMO**

O metabolismo dos carboidratos é essencialmente voltado para a produção de energia

**DEGRADAÇÃO DA GLICOSE:**

GLICOGENÓLISE: GLICOGÊNIO → GLICOSE

GLICÓLISE: GLICOSE → PIRUVATO

**NUTRIENTES E SEU METABOLISMO**  
**Carboidratos**

**METABOLISMO**

**DEGRADAÇÃO DA GLICOSE:**  
**FERMENTAÇÕES ANAERÓBICAS:**

**FERMENTAÇÃO LÁTICA**  
piruvato → lactato = produz 2 ATPs.

**FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA**  
Piruvato → etanol = produz 2 ATPs.

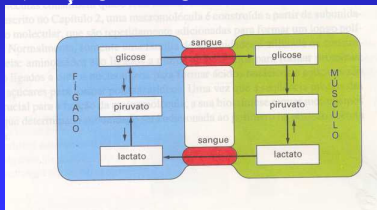


**NUTRIENTES E SEU METABOLISMO**  
**Carboidratos**

**METABOLISMO**

**DEGRADAÇÃO DA GLICOSE:**

**FERMENTAÇÃO LÁTICA**



**NUTRIENTES E SEU METABOLISMO**  
**Carboidratos**

**METABOLISMO**

**DEGRADAÇÃO DA GLICOSE:**

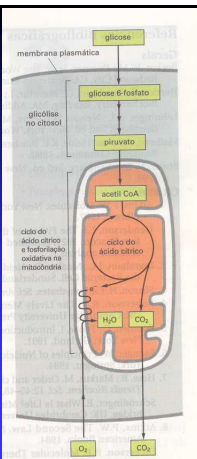
**CICLO DO ÁCIDO CÍTRICO**  
 (respiração celular - ciclo de Krebs)



**NUTRIENTES E SEU METABOLISMO**  
**Carboidratos**

**METABOLISMO**

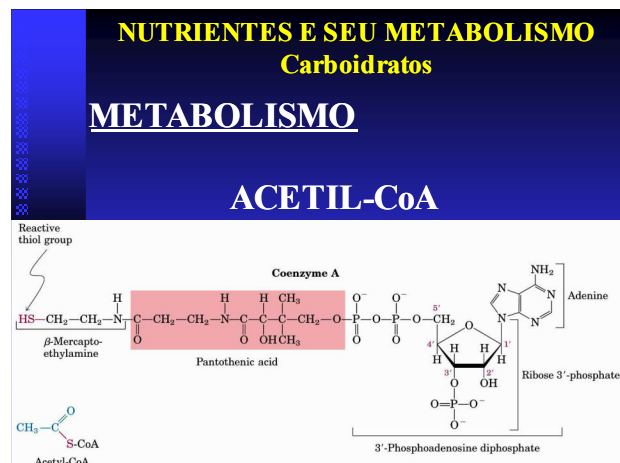
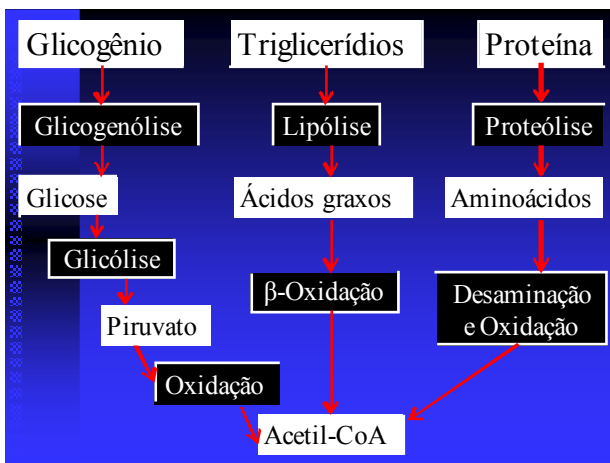
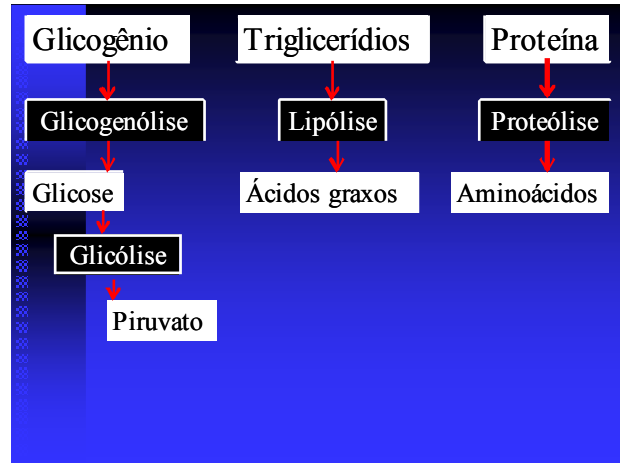
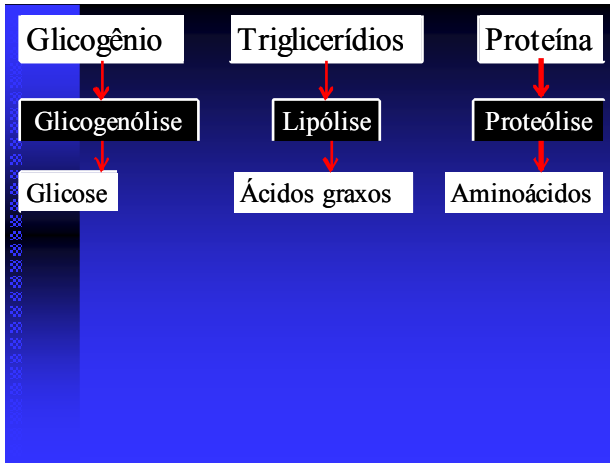
**CICLO DO ÁCIDO CÍTRICO**



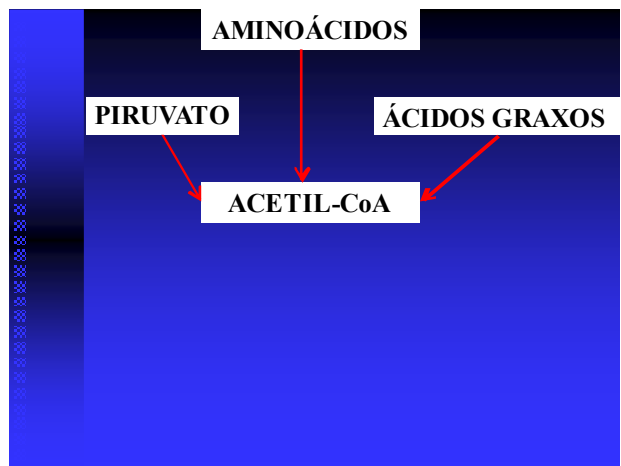
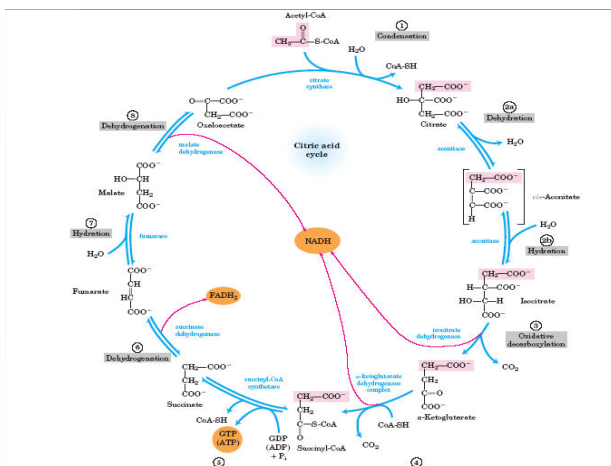
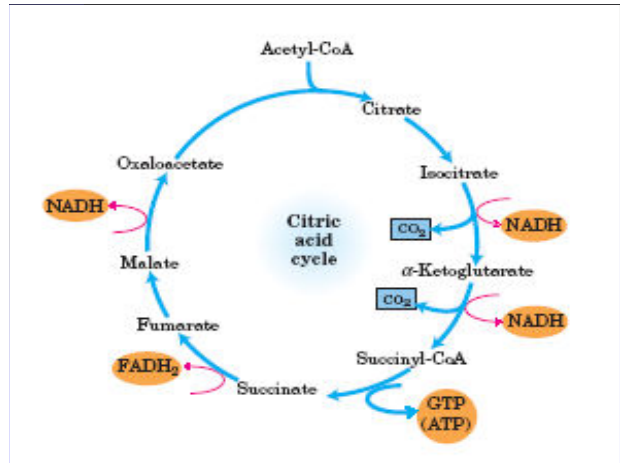
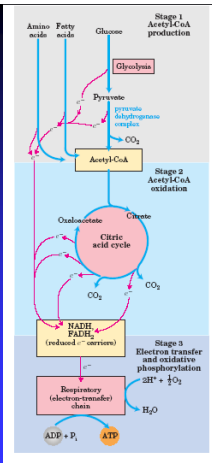
Glicogênio

Triglicerídios

Proteína



**NUTRIENTES E SEU METABOLISMO**  
**Carboidratos**  
**METABOLISMO**  
**CICLO DO ÁCIDO CÍTRICO**



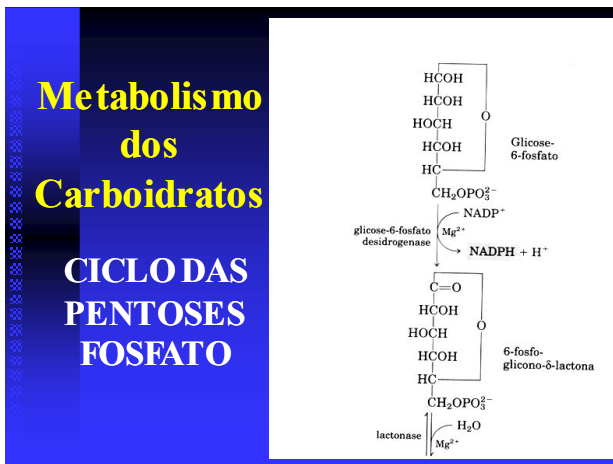


**NUTRIENTES E SEU METABOLISMO**  
**Carboidratos**

**METABOLISMO**

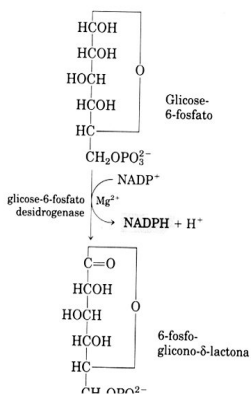
**DEGRADAÇÃO DA GLICOSE:**  
**CICLO DAS PENTOSE FOSFATO**

produz ribose para síntese de ácidos nucleicos



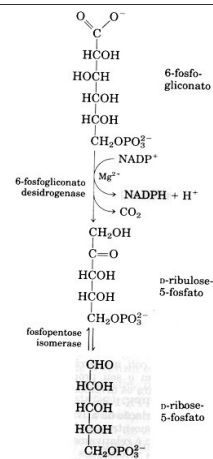
## Metabolismo dos Carboidratos

### CICLO DAS PENTOSE FOSFATO



## Metabolismo dos Carboidratos

### CICLO DAS PENTOSE FOSFATO



## NUTRIENTES E SEU METABOLISMO

### Carboidratos

#### METABOLISMO

#### SÍNTESE DE GLICOSE E GLICOGÊNIO

GLICOGÊNESE- glicose → glicogênio

GLICONEOGÊNESE: síntese de monossacarídeos (glicose) a partir de não carboidratos (aminoácidos e ácidos graxos).

## Metabolismo dos Carboidratos

### DIGESTÃO

**AÇÃO DA SALIVA:** Amilase salivar – pouco ativa na maioria das espécies, tendo ação mais efetiva em suínos e algumas aves (gansos e patos).

### **AÇÃO ÁCIDA DO ESTÔMAGO:**

O suco gástrico colabora no sentido de ocorrer alguma degradação na estrutura dos polissacarídeos, principalmente nas ligações pontes de hidrogênio.

### **Metabolismo dos Carboidratos**

#### DIGESTÃO

#### **AÇÃO DAS ENZIMAS PANCREÁTICAS:**

##### AMILASE E DEXTRINASE

Permitem a redução do tamanho das moléculas, havendo a produção de oligo, di e monossacarídeos.

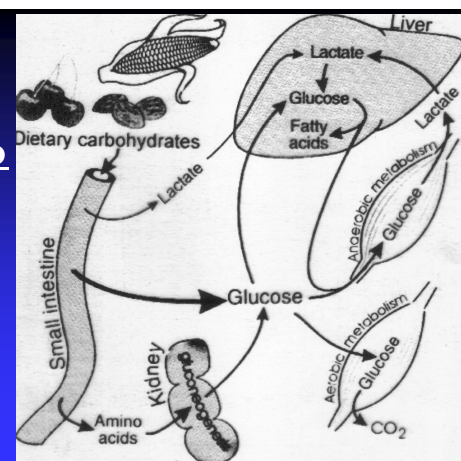
### **Metabolismo dos Carboidratos**

#### DIGESTÃO

#### **AÇÃO DAS ENZIMAS DE MEMBRANA:**

DISSACARIDASES (Lactase, maltase, sacarase) - São as enzimas que produzem os monossacarídeos que vão então ser absorvidos.

#### DIGESTÃO



## Metabolismo dos Carboidratos

### IMPORTÂNCIA DA FIBRA DIETÉTICA

- A fibra se constitui basicamente de componentes da parede celular resistentes às enzimas secretadas pelos animais (CALVERT, 1991).
- A fibra da ração compreende a fração de carboidratos que depende da fermentação microbiana para ser aproveitada pelos animais.

## Metabolismo dos Carboidratos

### IMPORTÂNCIA DA FIBRA DIETÉTICA

A determinação da fração fibra compõe:

- celulose, hemicelulose e lignina
- pectina, gomas e mucilagens
- cutina e ceras
- outros: frações amiláceas, proteínas e lipídios não-digestíveis, elementos inorgânicos, aminas e poliaminas, lignanas e monômeros fenólicos.

## Metabolismo dos Carboidratos

### IMPORTÂNCIA DA FIBRA DIETÉTICA

A determinação da fibra é feita de duas formas:

- Fibra bruta
- Van Soest:
  - FDN (Fibra em detergente neutro)
  - FDA (Fibra em detergente ácido)

## Metabolismo dos Carboidratos

### IMPORTÂNCIA DA FIBRA DIETÉTICA

**Método de Van Soest:**

- Conteúdo celular (o que é retirado pelo detergente neutro)
- Parede celular (FDN)
- Lignina e celulose (FDA)
- Hemicelulose (FDN – FDA)

Van Soest & Moore (1966), Van Soest (1991)

## Metabolismo dos Carboidratos

### IMPORTÂNCIA DA FIBRA

- a principal função da fibra é funcionar como lastro
- o fornecimento de energia pode representar até 20% da manutenção de suínos adultos.
- suínos adultos aproveitam melhor a fibra da dieta em relação às aves

## Metabolismo dos Carboidratos

### FIBRA PARA MONOGÁSTRICOS

- Para cada 1% que se aumenta na fibra da ração, reduz-se em 1 a 1,5% a digestibilidade da proteína para suínos.
- Para aves de postura adultas, o farelo de trigo pode ser introduzido nas rações, pois a níveis de fibra mais altos podem ter efeitos positivos.

## Metabolismo dos Carboidratos

### FIBRA PARA MONOGÁSTRICOS

Digestibilidade de fibra (Crampton & Harris, 1974)

- Suínos (ceco) - 3-25%
- Aves (cecos) - 20-30% (estimativa)