

# CARBOIDRATOS

(CONN & STUMPF, 1980; ANDRIGUETTO *et al.*, 1986; LEHNINGER, 1986; VASCONCELLOS, 1993 e NUNES, 1998)

## 1) FORNECIMENTO DE ENERGIA

- Em base molar: gorduras > proteínas > carboidratos;
- Em quantidade: carboidratos > proteínas > gorduras.

## 2) NOMENCLATURA

- Origem francesa: *hydrate de carbone*;
- Composição básica:  $(CH_2O)_n$ , sendo  $n \geq 3$ ;
- Definição não completa: contém P, N ou S.

## 3) COMPOSIÇÃO

- Plantas:  $\cong$  **75%** (constituente mais importante);  
(glucose, sacarose, amido, celulose, hemicelulose, pectina, lignina)

- Animais: **0,5 a 1,0%** (glicose e glicogênio);

Glicogênio: sintetizado a partir de glicose, Aminoácidos glicogênicos ou glicerol.

#### 4) CLASSIFICAÇÃO E CONFIGURAÇÕES

- Açúcares: Baixo peso molecular, simples e solúveis H<sub>2</sub>O;
- Não açúcares: Alto peso molecular, complexos e insolúveis em H<sub>2</sub>O;
- **D e L:** Posição da OH do penúltimo C da cadeia.
- **a e b:** Posição da OH do C1.
- Aldoses: GLICOSE (função aldeído no C1)
- Cetoses: FRUTOSE (função cetona no C2)

<b>AÇÚCARES</b>	<b>Monossacarídeos</b>	<b>Trioses (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>)</b>	<b>Gliceraldeído</b> <b>Diidroxiacetona</b>
		<b>Tetroses (C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>)</b>	<b>Eritrose</b> <b>Eritrulose</b>
		<b>Pentoses (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)</b>	<b>Ribose</b> <b>Ribulose</b> <b>Xilose</b> <b>Xilubiose</b> <b>Arabinose</b>
		<b>Hexoses (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)</b>	<b>Glicose</b> <b>Frutose</b> <b>Galactose</b> <b>Manose</b>
		<b>Heptoses (C<sub>7</sub>H<sub>14</sub>O<sub>7</sub>)</b>	<b>Sedoeptulose</b>
	<b>Oligossacarídeos</b>	<b>Dissacarídeos</b>	<b>Sacarose</b> <b>Lactose</b> <b>Maltose</b> <b>Trealose</b> <b>Celobiose</b>
		<b>Trissacarídeos</b>	<b>Rafinose</b>
		<b>Tetrassacarídeos</b>	<b>Estaquiose</b>

<b>NAO AÇÚCARES</b>	<b>Homopolissacarídeos</b>	<b>Pentosanas</b>	<b>Arabanas (arabinanas)</b>
			<b>Xilanas</b>
		<b>Hexosanas</b>	<b>Glicanas</b>
			<b>Amido</b>
			<b>Glicogênio</b>
			<b>Celulose</b>
			<b>Dextrinas</b>
			<b>Frutanas</b>
			<b>Inulina</b>
			<b>Levana</b>
			<b>Mananas</b>
			<b>Galacturanas</b>
			<b>Ac. Pécico</b>
			<b>Glicosaminas</b>
			<b>Chitina</b>
	<b>Heteropolissacarídeos</b>	<b>Hemiceluloses</b>	
		<b>Gomas, mucilagens</b>	
		<b>Substâncias pécticas</b>	
		<b>Sulfopolissacárides</b>	
		<b>Aminopolissacárides</b>	<b>Ac. Hialurônico</b>
			<b>Condroitina</b>
			<b>Heparina</b>

## 5) IMPORTÂNCIA GERAL



- Esqueleto de C usado para produção de energia e síntese de outras substâncias.
- Afinidade pelo ácido fosfórico para produção de compostos de alta energia (ATP).
- Participação nas estruturas bioquímicas do DNA e RNA;
- Presença em certas plantas de glicosídeos tóxicos aos animais.

## IMPORTÂNCIA EM PARTICULAR

### 1. MONOSSACARÍDEOS

- O mais simples gliceraldeído (aldose) e diidroxiacetona (cetose);
- As hexoses mais abundantes são a D glicose e D frutose;

#### 1.1 PENTOSES

**L-arabinose:** componente da hemicelulose (goma arábica), presente nas forragens.

**D-xilose:** componente da hemicelulose (pentosanas: xilanas);

**D-ribose:** em toda célula (RNA), vitaminas e coenzimas.

## 1.2 HEXOSES

**D glicose:** livre em plantas, frutas, mel, sangue, linfa e líquido cefalorraquidiano. Importante fonte imediata de energia. Monômero do amido e da celulose.

**D frutose:** livre ou polimerizada em folhas verdes, frutos, sacarose, frutanas e mel. Importante intermediária no metabolismo celular como frutose-1- fosfato e frutose-6- fosfato;

**D manose:** polimerizada como mananas em fungos, bactérias e leveduras e livre em glicoproteínas;

**D galactose:** presente no açúcar do leite (lactose), pigmentos antociânicos, galactolipídeos, gomas e mucilagens.

## 1.3 HEPTOSES

**D sedoeptulose:** na forma de fosfato, ocorre como intermediário na via das pentoses;

## 2. DISSACARÍDEOS

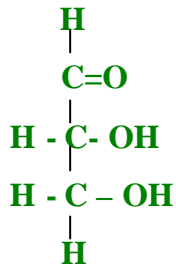
**Sacarose:** glucose + frutose (a - 1,2). Presente na cana-de-açúcar

**Maltose:** glicose + glicose (a - 1,4). Presente no malte e na cevada ou no milho, resultante da hidrólise do amido.

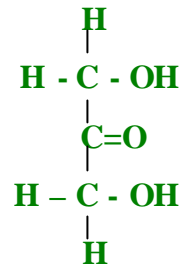
**Lactose:** glicose + galactose (a - 1,4). É o açúcar do leite. Corresponde de 4,6 a 4,8% da composição do leite. Os microorganismos, entre eles o *Streptococcus lactis*, utiliza a lactose como substrato e produz o **ÁCIDO LÁTICO** (acidificação do leite).

**Celobiose:** glicose + glicose (b - 1,4). Resultante da hidrólise da **celulose**, não se encontra livre na natureza.

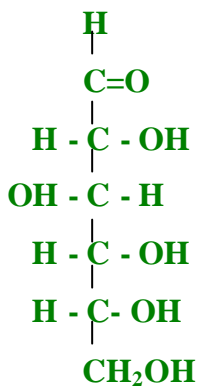
**Trealose:** glicose + glicose (a - 1,1). Fungos e algas marinhos



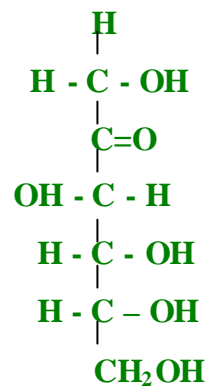
**Gliceraldeído (aldose)**



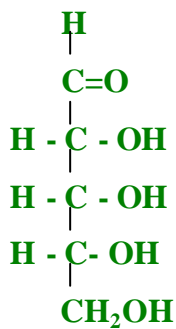
**Diidroxiacetona (cetose)**



**D-Glicose (aldexose)**

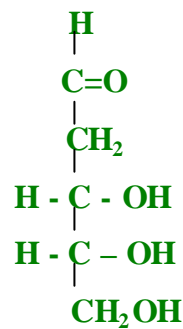


**D-Frutose (cetoexose)**



**D-Ribose**

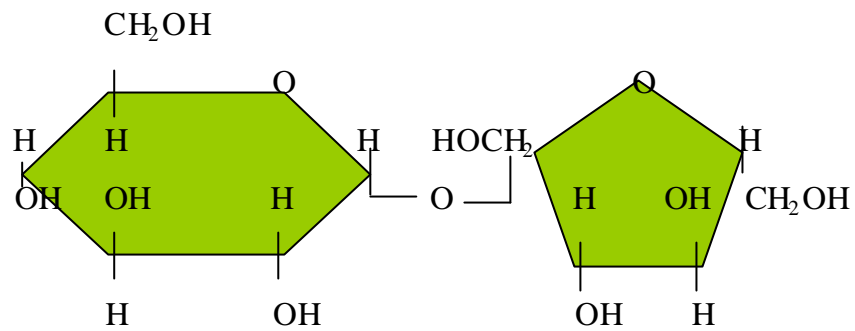
**açúcar componente do  
ácido ribonucléico (RNA)**



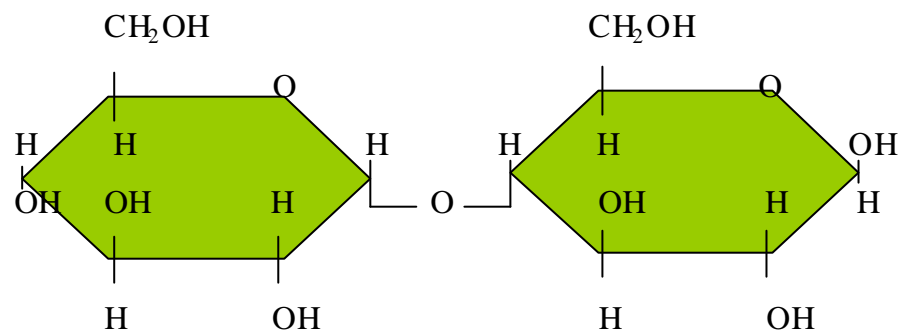
**2-Desoxi-D-Ribose**

**açúcar componente do  
ácido desoxirribonucléico (DNA)**

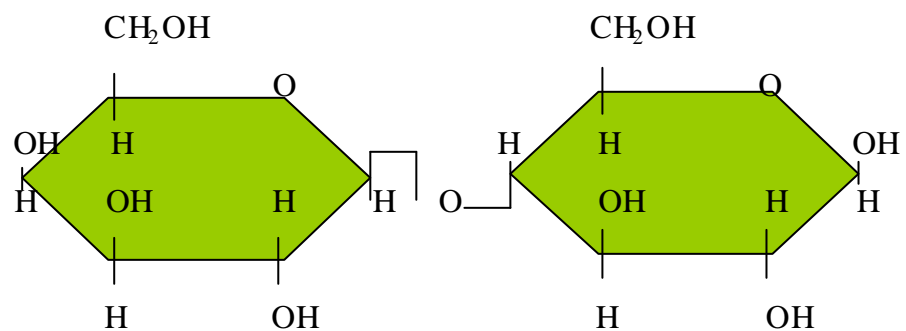
**Ligação glicosídica:** formada pela reação entre um grupo hidroxila de um dos açúcares e o carbono anomérico do outro açúcar.



**SACAROSE**



**MALTOSE**



**LACTOSE**

### **3. TRISSACARÍDEOS**

3 moléculas de **HEXOSES** com perda de  $(\text{H}_2\text{O})_2$

**Rafinose:** Presente na semente de algodão (**0,8%**), pequenas quantidades no açúcar da beterraba e acumula no melão. A hidrólise da rafinose produz **GLICOSE**, **FRUTOSE** e **GALACTOSE**.

### **4. TETRASSACARÍDEOS**

4 moléculas de **HEXOSES** com perda de  $(\text{H}_2\text{O})_3$

**Estaquiose:** Presente nas sementes de leguminosas e plantas de rizoma comestível. A hidrólise da estaquiose produz 2 moléculas de **GALACTOSE**, uma de **GLICOSE** e uma de **FRUTOSE**.

## 5. POLISSACARÍDEOS

- Diferem nos monômeros (hexoses, pentoses e ácidos urônicos)
- Diferem dos oligossacarídeos nas propriedades físicas (*cristalinidade e solubilidade*);
- Material de reserva e estrutural das plantas;
- Quantitativamente, a fonte mais importante de energia na natureza.

### 5.1 AMIDO

- Homopolissacarídeo, CHO de reserva das plantas; Composto por amilose e amilopectina;

#### AMILOSE:

Polímero de glicose com ligações  $\alpha$ -1,4 (unidades de repetição  $\alpha$ -1,4-glicose-glicose); Representa **10** a **20%** do amido total; A enzima  $\alpha$ -amilase produzida no pâncreas animal promove a quebra (hidrólise) da molécula, formando a *maltose* (dissacarídeo).

#### AMILOPECTINA:

Polímero de glicose com ligações  $\alpha$ -1,4 (**linear**) e  $\alpha$ -1,6 (**ramificação**) resultando em uma molécula ramificada; Corresponde a **80** a **90%** do amido total;

## AÇÃO ENZIMÁTICA:

As enzimas do tipo  $\alpha$ -amilase (animal - pancreática) promovem a quebra da cadeia linear ( $\alpha$ -1,4) chegando perto das ramificações  $\alpha$ -1,6.

As enzimas do tipo  $\beta$ -amilase (enzima vegetal ou bacteriana) promovem a quebra da cadeia linear ( $\alpha$ -1,4). **60%** da amilopectina, produz *maltose* e **40%** restantes da amilopectina produz dextrina ou dextrina limite;

As enzimas do tipo  $\alpha$ -glucosidase (maltase – mucosa intestinal) promovem a quebra da *maltose* em **2** moléculas de glicose;

As enzimas do tipo oligo-1,6-glucosidase (isomaltase - intestinal) promovem a quebra das ramificações  $\alpha$ -1,6 da *isomaltose* ( $\alpha$ -1,6-glicose-glicose).

## 5.2 GLICOGÊNIO

- Homopolissacarídeo, chamado de “amido animal”;
- Pequena quantidade no corpo, não considerado amido de reserva;
- Assemelha-se mais à AMILOPECTINA (estrutura ramificada).

### 5.3 CELULOSE

- Polímero de glicose (homopolissacarídeo – **10.000** unidade de glicose) com ligações  $\beta$ -1,4-;
- Atacada apenas por enzimas (celulases) produzidas por microrganismos (rúmen e intestino grosso);
- Material estrutural da parede celular vegetal;
- Com o envelhecimento da célula vegetal ocorre o encrustamento da celulose pela lignina reduzindo a ação hidrolítica das celulases produzidas pelos microrganismos.

### 5.4 HEMICELULOSE

- Heteropolissacarídeo, representa **12** a **20%** da MS das forragens;
- É composto por **HEXOSES** (glicose...), **PENTOSES** (arabinose, xilose..) e **ÁCIDOS URÔNICOS** (ac. Glicuurônico...);
- Na hemicelulose das gramíneas a cadeia principal é composta de **xilanas** ( $\beta$ -1,4-glicose-glicose) e cadeia lateral de ácido metilglucurônico, a das leguminosas de xilanas não ramificadas.

## 5.5 SUBSTÂNCIAS PÉCTICAS

- Polissacarídeos vegetais, sinônimo de pectina (do francês *pectine*, derivado do grego *pectós* ‘coagulado’). O ácido D-galacturônico principal constituinte;
- Classificação indefinida: **homo** (ácido galacturônico) e **heteropolissacarídeo** (ácido galacturônico, D-galactose, L-arabinose e L-ramnose).

## 6. OS CARBOIDRATOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL

- Presente nos grãos de cereais; nas folhas dos vegetais, palhas, talos; nos tubérculos e raízes e frutos.
- A lactose do leite é um alimento energético de origem animal importante.
- A **glicose** é o nutriente glicídico celular, o **amido** é a reserva glicídica vegetal e a **celulose** é um componente da estrutura da célula vegetal muito abundante, tornando-se importante na alimentação dos ruminantes.

## LITERATURA CITADA

1. ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; et al.. **Nutrição animal – As bases e os fundamentos da nutrição animal – Os alimentos**. Volume 1, 4ª edição, 2ª impressão. São Paulo-Nobel. 1986. 395 p..
2. CONN, E.E. & STUMPF, P.K. **Introdução à bioquímica**. São Paulo, Edgard Blücher, 1980. 525 p..
3. LEHNINGER, A.L. **Princípios de bioquímica**. São Paulo-SARVIER, 1986. 725 p..
4. NUNES, I.J. **Nutrição animal básica**. 2. ed. Ver. Aum. Belo Horizonte: FEP-MVZ Editora, 1998. 388 p..
5. VASCONCELLOS, P.M.B. **Guia prático para o confinador**. São Paulo:Nobel, 1993. 226 p..