



UNIVERSIDADE  
DE ÉVORA

## **ALIMENTOS E SUA COMPOSIÇÃO**

Texto de apoio para a Unidade  
Curricular de Anatomia e Fisiologia  
Animais II - CTA.

**(Para uso exclusivo dos alunos)**

**J. M. Martins**

## **Índice:**

<b>COMPOSIÇÃO DOS ALIMENTOS: NOÇÕES GERAIS</b>	<b>1</b>
<b>1. ÁGUA</b>	<b>3</b>
<b>2. MINERAIS</b>	<b>3</b>
<b>3. GLÚCIDOS OU CARBOHIDRATOS</b>	<b>4</b>
<b>4. LÍPIDOS</b>	<b>8</b>
<b>5. COMPOSTOS AZOTADOS</b>	<b>11</b>
<b>6. VITAMINAS</b>	<b>16</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>17</b>

# COMPOSIÇÃO DOS ALIMENTOS: NOÇÕES GERAIS

**ALIMENTO** - Forma de armazenamento de energia e de elementos e compostos necessários ao crescimento, regeneração e funcionamento dos organismos animais e vegetais.

## 1. ÁGUA

## 2. MATÉRIA SECA (MS)

↳ *Obtida por secagem em estufa ( $\pm 105^\circ\text{C}$ ).*

⇒ A MS é constituída por: **Matéria inorgânica ou cinzas**  
**Matéria orgânica (MO)**

↳ *Diferenciação em mufla a  $\pm 550^\circ\text{C}$*

↳ As tabelas de composição de alimentos vêm expressas em função da sua MS, visto a concentração em água dos alimentos variar muito, conforme o alimento em causa.

### **Matéria inorgânica ou cinzas:**

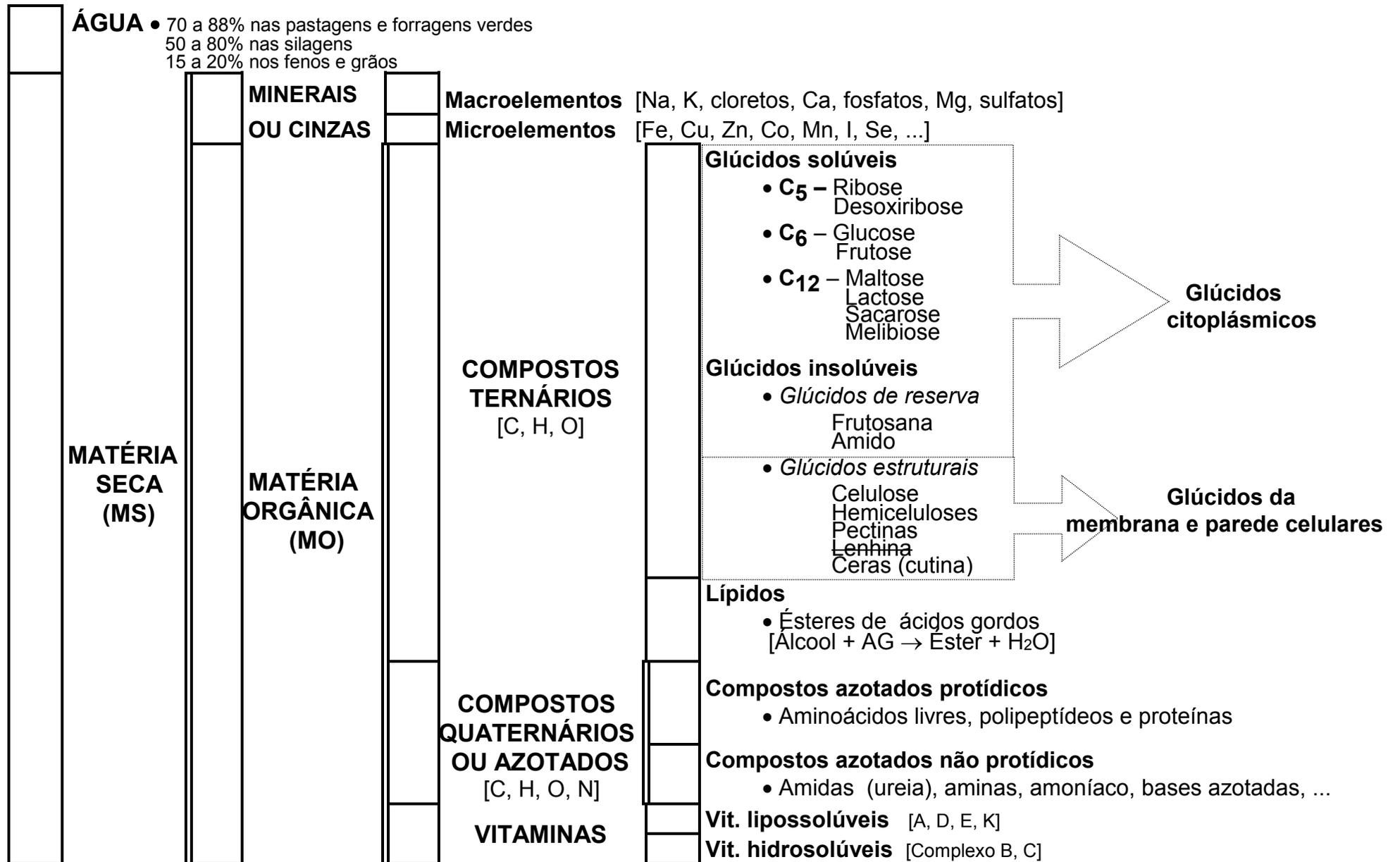
- Existe nos alimentos essencialmente na forma de:
  - 1) SAIS LIVRES;
  - 2) ÁTOMOS COMBINADOS COM SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS.

### **Matéria orgânica:**

- Caracterizada pela presença de átomos de C, H e O (**compostos ternários**), em alguns casos associados a átomos de N (**compostos quaternários**).

As **vitaminas**, substâncias orgânicas complexas, têm em comum o facto de serem indispensáveis ao organismo.

# COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL



# **1. ÁGUA**

## **PAPEL DA ÁGUA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

- COMPOSTO NÃO ENERGÉTICO;
- MEIO PARA O TRANSPORTE DOS RESÍDUOS DO METABOLISMO ANIMAL;
- FUNDAMENTAL PARA AS REAÇÕES BIOQUÍMICAS;
- CONTRIBUI PARA A TERMORREGULAÇÃO;

# **2. MINERAIS**

MACROMINERAIS - Necessários em quantidades relativamente elevadas;  
MICROMINERAIS - Necessários em quantidades mínimas.

## **PAPEL DOS MINERAIS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

- COMPOSTO NÃO ENERGÉTICO;
- COMPONENTES INORGÂNICOS NECESSÁRIOS EM PEQUENAS QUANTIDADES PARA O NORMAL CRESCIMENTO, MANUTENÇÃO E REPRODUÇÃO DO ORGANISMO.

### 3. GLÚCIDOS OU CARBOHIDRATOS

#### Classificação dos glúcidos segundo a sua hidrolisação

Principais grupos	Exemplos	Fórmulas	Distribuição dominante
<b>OSES ou MONOS-SACÁRIDOS:</b> Glúcidos não hidrolisáveis (Aldoses e cetoses)	Heptoses	Treose	Moléculas em C <sub>7</sub>
	Hexoses	Glucose Manose Frutose Galactose	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> Fruta, cereais, milho, mel, sangue. Resulta da hidrólise das mananas. Frutos, folhas verdes, mel. Resulta da hidrólise da lactose e galactanas.
	Pentoses	Arabinose Ribose Desoxiribose Xilose	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> (C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub> ) Componente de gomas vegetais. Ácidos nucleicos, alguns coenzimas e vitaminas. Folhas, subprodutos vegetais e madeira.
	Tetroses	Eritrose	Moléculas em C <sub>4</sub>
	Trioses	Gliceraldeído Dihidroxiacetona	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>
	Dioses	Glicolaldeído	Moléculas em C <sub>2</sub>

## Classificação dos glúcidos segundo a sua hidrolisação (continuação)

Principais grupos		Exemplos	Fórmulas	Distribuição dominante
<p><b>ÓSIDOS ou POLISSACÁRIDOS:</b> Glúcidos hidrolisáveis</p> <p>(Homo-polissacáridos: pentosanas e hexosanas, que incluem glucosanas, frutosanas, galactanas e mananas)</p> <p>(Hetero-polissacáridos)</p>	<p><b><i>Di-holósidos ou dissacáridos:</i></b> resultantes da combinação de 2 monossacáridos</p>	Maltose Lactose	$C_{12}H_{22}O_{11}$	Sementes, hidrólise do amido. Leite dos mamíferos.
		Sacarose	$C_{12}H_{22}O_{11}$	Sementes, folhas, raízes, frutos.
	<p><b><i>Homo-poliholósidos ou homo-polissacáridos:</i></b> resultantes da combinação de 10 a milhares de monossacáridos</p>	Amido	$n(C_6H_{10}O_5)$ (n = 300 a 1 500)	Raízes, tubérculos e grãos.
		Glicogénio	$n(C_6H_{10}O_5)$ (n = 35 000 a 100 000)	<i>Fígado e músculos.</i>
		Celulose	$n(C_6H_{10}O_5)$ (n = 10 a 15 000)	Membrana e parede celular das células vegetais.
	<p><b><i>Hetero-poliholósidos ou hetero-polissacáridos:</i></b> Combinação de um grande número de diferentes tipos de monossacáridos e, geralmente, de ácido urónico</p>	Hemiceluloses		Paredes celulares das células vegetais, especialmente em plantas idosas, resíduos vegetais e madeira.
		Mucilagénios Pectinas Gomas		Material de ligação entre as células vegetais.

## CLASSIFICAÇÃO DOS GLÚCIDOS DE ACORDO COM A SUA DIGESTIBILIDADE

**GLÚCIDOS SOLÚVEIS EM ÁGUA (Mono, di e outros oligossacáridos):** Absorvidos directamente ou após digestão fácil por di e oligossacaridases.

**Glúcidos em C<sub>6</sub>** - Em estado livre nos tecidos vegetais, podendo ser directamente absorvidos pela parede intestinal.

**Glúcidos em C<sub>12</sub>** - São decompostos em C<sub>6</sub> antes de serem assimilados:

- Sacarose + H<sub>2</sub>O → Glucose + Frutose
- Lactose + H<sub>2</sub>O → Glucose + Galactose
- Maltose + H<sub>2</sub>O → 2 Glucose

**GLÚCIDOS INSOLÚVEIS EM ÁGUA (Homo-polissacáridos):** Digestão mais lenta, por polissacaridases e oligossacaridases.

**Amido** n(C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>) com n = 300 a 1 500 - Constituído por **amilose** e **amilopectina**, está presente nas folhas e acumula-se nos tubérculos, raízes e grãos. É hidrolisado pela enzima digestiva α-amilase em dextrinas e maltose e depois pelas dextrinases e maltases (duas oligoglucosidases) em glucose.

**Glicogénio** n(C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>) com n = 35 000 a 100 000 - Forma de acumulação da glucose nos animais, conhecido como o "amido animal", que é depois fosforizado em glucose.

**Celulose** n(C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>) com n = 10 a 15 000 – Constituída por moléculas de glucose em unidades de **celobiose**, entra na estrutura da membrana citoplásmica e parede das células vegetais, que ganham espessura com o avançar da idade da planta.

Glúcido estrutural, representando 40 a 45% da parede celular e 15 a 40% da MS total, dependendo da espécie vegetal em causa, mas sobretudo da idade.

As ligações entre os resíduos de glucose da celulose resistem às enzimas digestivas animais, mas não às enzimas das bactérias, fungos e leveduras celulolíticas do aparelho digestivo dos herbívoros mono e poligástricos que a hidrolisam em celobiose e depois em glucose. Esta é fermentada pelos microorganismos, produzindo ácidos gordos voláteis (AGV) como subproduto.

**GLÚCIDOS INSOLÚVEIS EM ÁGUA (Hetero-polissacáridos)**

**Hemiceluloses** - Diferem da celulose por serem constituídas por moléculas de hexoses e também de pentoses.

Glúcidos estruturais representando 12 a 25% da MS total das forragens, aumentam com a idade das plantas.

As hemiceluloses são (parcialmente) digeridas pelas enzimas microbianas dos herbívoros.

**Lenhina** - Não é um hidrato de carbono, mas aparece geralmente nas paredes celulares ligado a glúcidos estruturais, podendo-os tornar indigeríveis por enzimas microbianos. Representa 22 a 34% dos tecidos lenhosos das plantas.

A lenhina é atacada pelas enzimas da flora microbiana das térmitas e pela flora húmifera e mineralizadora do solo.

## PAPEL DOS GLÚCIDOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

- COMPOSTOS ENERGÉTICOS (1g glúcido → 4.1 Kcal).

A sua utilização pelo animal permite:

- A multiplicação e crescimento das células animais;
- Manter constante a temperatura corporal;
- A realização de movimentos;
- A produção de secreções animais como o leite, hormonas, sucos digestivos, etc.;

- PRINCIPAL FONTE DE SUBSTRATO PARA A SÍNTESE DOS LÍPIDOS NO ORGANISMO ANIMAL, quer se tratem dos lípidos do leite, quer dos lípidos dos tecidos adiposos de reserva;

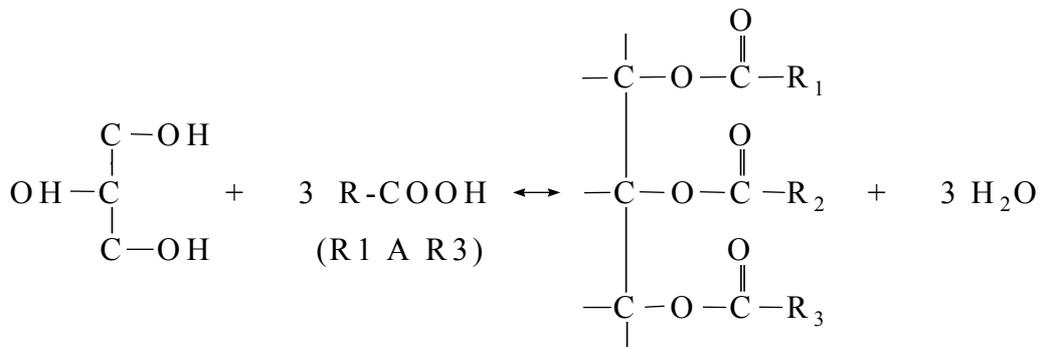
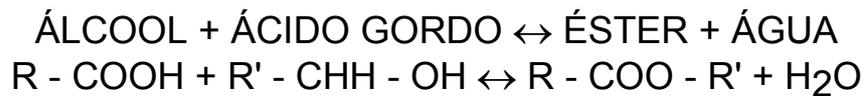
- QUANDO EM *DEFICIT*, PERMITEM O METABOLISMO LIPÍDICO

Um regime alimentar pobre em glúcidos em relação aos compostos azotados e lipídicos, pode levar ao aparecimento de situações de acetonémia ou cetose.

## 4. LÍPIDOS

LÍPIDOS - Compostos ternários derivados dos glúcidos, mas mais ricos em energia (1 g lípido → 9.4 Kcal). Os lípidos são ésteres de ácidos gordos e álcool.

### Esterificação



*Glicerol*

*3 ácidos gordos  
(iguais ou  
diferentes)*

*Triacilglicerol simples (R)  
Triacilglicerol misto  
(R1, R2, R3)*

Os lípidos são **insolúveis ou pouco solúveis em água**, podendo no entanto encontrar-se em emulsão, sob a forma de pequenas gotículas em suspensão.

Por outro lado, estes compostos são **solúveis nos solventes orgânicos** (éter, benzeno, álcool, clorofórmio,...).

Os lípidos têm pontos de fusão característicos, que aumentam com o número de átomos de carbono e o grau de saturação dos ácidos gordos que os constituem.

## CLASSIFICAÇÃO DOS LÍPIDOS

(Segundo a natureza do ácido gordo e do álcool que lhes dão origem)

Principais grupos		Composição	Exemplos
LÍPIDOS COM GLICEROL	Simples	glicerol + (3) ácidos gordos (AG) idênticos	Palmitina Estearina Oleína
	Compostos	glicerol + AG + glucose ou galactose	Glicolípidos Galactolípidos
		glicerol + AG + ácido fosfórico	Fosfolípidos (lecitinas, cefalinas)
LÍPIDOS SEM GLICEROL Lípidos em que o álcool não é o glicerol		álcoois + AG + azoto + ác. fosfórico e/ou glucose ou galactose	Ceras (lanolina) Cerebrósidos (glicoesfingolípidos) Esteróis (colesterol) Terpenos (isopreno) Esfingomielinas (fosfoetanolamina, esfingosina)

- Os ácidos gordos constituintes dos lípidos, que são cadeias lineares de carbonos ligados covalentemente e apresentando um grupo carboxilo (COOH), diferenciam-se por:
  - Número de átomos de carbono das suas moléculas (C<sub>2</sub>, .....C<sub>24</sub>);
  - Ausência ou presença de ligações duplas entre átomos de carbono (ácidos gordos saturados ou (poli-)insaturados).

### PRINCIPAIS ÁCIDOS GORDOS SATURADOS

Ácido gordo	Número de átomos C	Número de ligações duplas	Concentração (em % do peso)		
			0 - 5	5 - 25	> 25
Butírico	4	0	Manteiga		
Caprílico	8	0	Manteiga	Palmiste	
Cáprico	10	0	Manteiga	Palmiste	
Láurico	12	0	Manteiga		
Mirístico	14	0	Muitos óleos e gorduras	Manteiga, palmiste	Palmiste
Palmítico	16	0	Colza	Muitos óleos e gorduras	Palma, banha, sebo
Estearico	18	0	Muitos óleos e gorduras	Banha e sebo	Manteiga de cacau

## PRINCIPAIS ÁCIDOS GORDOS INSATURADOS

Ácido gordo	Nº de átomos C	Número de duplas ligações	Concentração (em % do peso)		
			0 - 5	5 - 25	> 25
Palmitoleico	16	1	Muitos óleos e gorduras	Peixes, baleia	
Oleico	18	1	Muitos óleos e gorduras	Palmiste e peixes	Muitos óleos e gorduras
Erúcico	22	1	Muitos óleos e gorduras	Peixes	Colza
<i>Linoleico</i>	18	2	Palmiste, manteiga de cacau	Azeitona, colza, palma, banha, peixes, baleia	Amendoim, girassol, soja, algodão, milho
<i>Linolénico</i>	18	3	Soja, colza	Azeitona, colza, palma, banha, peixes, baleia	Amendoim, girassol, soja, algodão, milho
<i>Araquidónico</i>	20 - 24	4 - 6	Banha	Baleia	Peixes

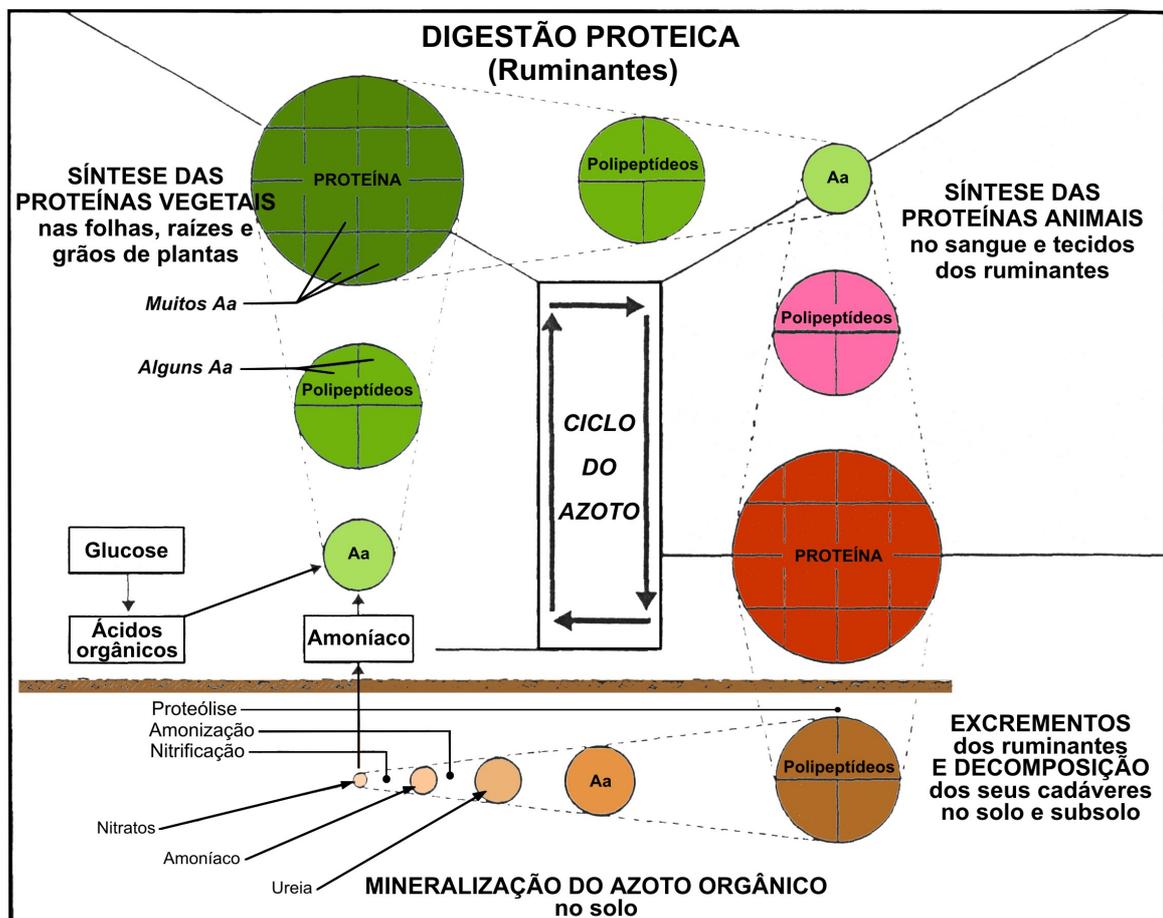
## PAPEL DOS LÍPIDOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

- COMPOSTOS ENERGÉTICOS (1g lípido → ~9 Kcal).  
A sua função é essencialmente de reserva de energia.
- CONTRIBUEM PARA O ISOLAMENTO CORPORAL;
- TRANSPORTADORES DAS VITAMINAS LIPOSOLÚVEIS.

## 5. COMPOSTOS AZOTADOS

Compostos que apresentam na sua constituição química, C, H, O e N.

### SÍNTESE E TRANSFORMAÇÃO CÍCLICA DAS PROTEÍNAS (Exemplo: processo incluindo a digestão num herbívoro poligástrico)



## CLASSIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS AZOTADOS

<b>COMPOSTOS AZOTADOS TOTAIS (NT)</b>	<b>PROTEÍNAS</b> (> 100 Aa): - Holoproteínas; - Heteroproteínas (contendo um grupo prostético). <b>POLIPEPTÍDEOS COMPLEXOS</b> (de 10 a 100 Aa) <b>POLIPEPTÍDEOS SIMPLES</b> ou <b>PEPTÍDEOS</b> (2 a 10 Aa)	<b>COMPOSTOS AZOTADOS PROTÍDICOS</b>	<b>COMPOSTOS AZOTADOS PROTEICOS</b>
	<b>AMINOÁCIDOS</b> (Aa)		
	<b>BASES AZOTADAS</b> , constituintes dos ácidos nucleicos $\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R} - \text{C} - \text{NH}_2 \end{array}$ <b>AMINAS</b> (R - C - NH <sub>2</sub> ) E <b>AMIDAS</b> (R - C - NH <sub>2</sub> ) <b>UREIA</b> [CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ] <b>AZOTOS SIMPLES</b> (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	<b>COMPOSTOS AZOTADOS NÃO PROTÍDICOS</b>	<b>COMPOSTOS AZOTADOS NÃO PROTEICOS</b>

## CLASSIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS AZOTADOS PROTÍDICOS OU PRÓTIDOS (Segundo a complexidade da sua molécula)

<p><b>AMINOÁCIDOS</b> - Unidades mais simples, envolvidas na "construção" dos outros prótidos, contendo um grupo amina (NH<sub>2</sub>) e um grupo carboxilo (COOH). Só muito raramente existem livres nos alimentos; A sua massa molecular é inferior a 1 kD.</p>
<p><b>POLYPEPTÍDEOS</b> - Constituídos por 2 a 100 Aa. Alguns polipeptídeos aparecem na forma livre (insulina, oxitocina, vasopressina,...) mas a maior parte encontra-se reunida em forma de proteínas; A sua massa molecular não ultrapassa alguns kD.</p>
<p><b>PROTEÍNAS</b> - Conjuntos de grande número de Aa (<b>holoproteínas</b>), por vezes contendo outros compostos não protídicos (<b>heteroproteínas</b>). São conjuntos de polipeptídeos que, para além das ligações peptídicas que unem os Aa (pelos grupos <math>\alpha</math>-amina e <math>\alpha</math>-carboxilo) apresentam pontes dissulfureto (entre 2 resíduos de cisteína), pontes de hidrogénio (entre os C=O e os C-N-H das ligações peptídicas), ligações ésteres (entre os COOH e os OH das cadeias laterais dos Aa) e ligações salinas (entre os NH<sub>2</sub> livres e os COOH livres de cadeias laterais), que lhes conferem a sua estrutura tridimensional; Nas <u>forragens</u>, as proteínas encontram-se localizadas essencialmente nas células com clorofila. Nos <u>grãos de cereais</u>, acumulam-se essencialmente na camada de aleurona. Nos <u>grãos de proteaginosas</u>, acumulam-se essencialmente no albúmen; A sua massa molecular é elevada, podendo ir às dezenas de milhares de kD.</p> <p><b>Holoproteínas ou proteínas simples</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Proteínas fibrosas</b> (proteínas animais insolúveis em água):<ul style="list-style-type: none"><li>a) <i>Colagénio</i> – predominam no tecido conjuntivo;</li><li>b) <i>Elastina</i> – predominam no tecido elástico;</li><li>c) <i>Queratina</i> – predominam nas penas, cabelo, lã, cascos,...;</li></ul></li><li>• <b>Proteínas globulares</b> (enzimas e hormonas proteicas; solúveis em água ou sol. aquosas):<ul style="list-style-type: none"><li>a) <i>Albuminas</i> - predominam nos ovos, leite e sangue;</li><li>b) <i>Globulinas</i> - predominam nos ovos, leite, sangue e sementes de plantas;</li></ul></li></ul> <p><b>Heteroproteínas ou proteínas conjugadas</b> (apresentando grupo prostético – GP)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) <i>Núcleoproteínas</i> - GP de ácidos nucleicos. Predominam no núcleo das células;</li><li>b) <i>Glicoproteínas</i> - Incluem albuminas séricas, globulinas, albuminas do ovo, <math>\gamma</math>-globulinas e hormonas da hipófise;</li><li>c) <i>Mucoproteínas</i> - GP de mucopolissacáridos;</li><li>d) <i>Lipoproteínas</i> - GP de lípidos ou ácidos gordos. São as lipoproteínas do plasma, do leite, do núcleo celular, das mitocôndrias, dos cloroplastos...;</li><li>e) <i>Cromoproteínas</i> - GP de pigmentos. Exemplos: Hemoglobina e citocromos;</li><li>f) <i>Metaloproteínas</i> - GP de metais (Fe, Co, Cu, Zn, ...);</li><li>g) <i>Fosfoproteínas</i> – GP de ácido fosfórico. Representadas pela caseína do leite.</li></ul>

## PRINCIPAIS AMINOÁCIDOS

<b>ALIFÁTICOS</b>	<p><b>AMINOÁCIDOS COM UM GRUPO AMINA (-NH<sub>2</sub>) E UM GRUPO ÁCIDO OU CARBOXILO (-COOH)</b> (Aa monoamino-monocarboxílicos - Aa neutros)</p> <p>Glicina Alanina Serina <i>Treonina</i> <i>Valina</i> <i>Leucina</i> <i>Isoleucina</i></p>
	<p><b>AMINOÁCIDOS COM UM GRUPO AMINA E DOIS CARBOXILO</b> (Aa monoamino-dicarboxílicos - Aa ácidos)</p> <p>Ácido aspártico Ácido glutâmico</p>
	<p><b>AMINOÁCIDOS COM DOIS GRUPOS AMINA E UM CARBOXILO</b> (Aa diamino-monocarboxílico - Aa básicos)</p> <p>Asparagina Glutamina <i>Arginina</i> <i>Lisina</i></p>
	<p><b>AMINOÁCIDOS SULFURADOS</b></p> <p>Cisteína Cistina <i>Metionina</i></p>
<b>CÍCLICOS</b>	<p><b>AMINOÁCIDOS AROMÁTICOS E HETEROCÍCLICOS</b></p> <p>Tirosina (A) Prolina (H) <i>Fenilalanina (A)</i> <i>Histidina (H)</i> <i>Triptofano (H)</i></p>

## **PAPEL DOS COMPOSTOS AZOTADOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

• Os aminoácidos resultantes da digestão proteica e assimilados pelos animais têm um papel de:

- RENOVAÇÃO DAS CÉLULAS ANIMAIS;
- CRESCIMENTO, ao aumentar o número e tamanho das células animais;
- PRODUÇÃO DE SECREÇÕES ANIMAIS necessárias ao funcionamento do organismo como hormonas, enzimas digestivos, enzimas intracelulares, ...;
- PRODUÇÃO DE PRODUTOS RICOS EM PROTEÍNAS como o leite, feto(s), ovos, lã, ...;
- QUANDO EM EXCESSO EM RELAÇÃO AOS GLÚCIDOS, PODEM SERVIR COMO FONTE DE ENERGIA (1g de prótido contém ~5.6 Kcal).

## **6. VITAMINAS**

VITAMINAS HIDROSOLÚVEIS - Complexo B, C, niacina e ác. fólico;  
VITAMINAS LIPOSOLÚVEIS - A, D, E e K.

### **PAPEL DAS VITAMINAS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

- COMPOSTOS NÃO ENERGÉTICOS;
- COMPONENTES ORGÂNICOS NECESSÁRIOS EM PEQUENAS QUANTIDADES PARA O NORMAL CRESCIMENTO, MANUTENÇÃO E REPRODUÇÃO DO ORGANISMO;
- A SUA MAIORIA NÃO É SINTETIZADA PELO ORGANISMO ANIMAL (algumas delas são sintetizadas pelos microorganismos ruminais e cecais).

## **BIBLIOGRAFIA:**

Frandsen, R.D.; T.L. Spurgeon (1995). *Anatomia y Fisiologia de los Animales Domésticos*. Interamericana – McGraw-Hill (5ª edición), México.

Reece, W.O. (2005). *Functional anatomy and physiology of domestic animals*. Lippincott, Williams & Wilkins (3<sup>rd</sup> edition), USA.

Soltner, D. (1978). *Alimentation des animaux domestiques*. Sciences et Techniques Agricoles (12<sup>e</sup> édition), Angers.

Swenson, M.J.; W.O. Reece (1993). *Duke's Fisiologia dos animais domésticos*. Guanabara Koogan S.A. (11ª Edição), Rio de Janeiro.

Van Wynsberghe, D.; C.R. Noback; R. Carola (1995). *Human Anatomy and Physiology*. McGraw-Hill, Inc. (3<sup>rd</sup> edition), New York.