



UNIVERSIDADE  
DE ÉVORA

**FISIOLOGIA DIGESTIVA:  
MONOGÁSTRICOS**

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

**(Para uso exclusivo dos alunos)**

**J. M. Martins**

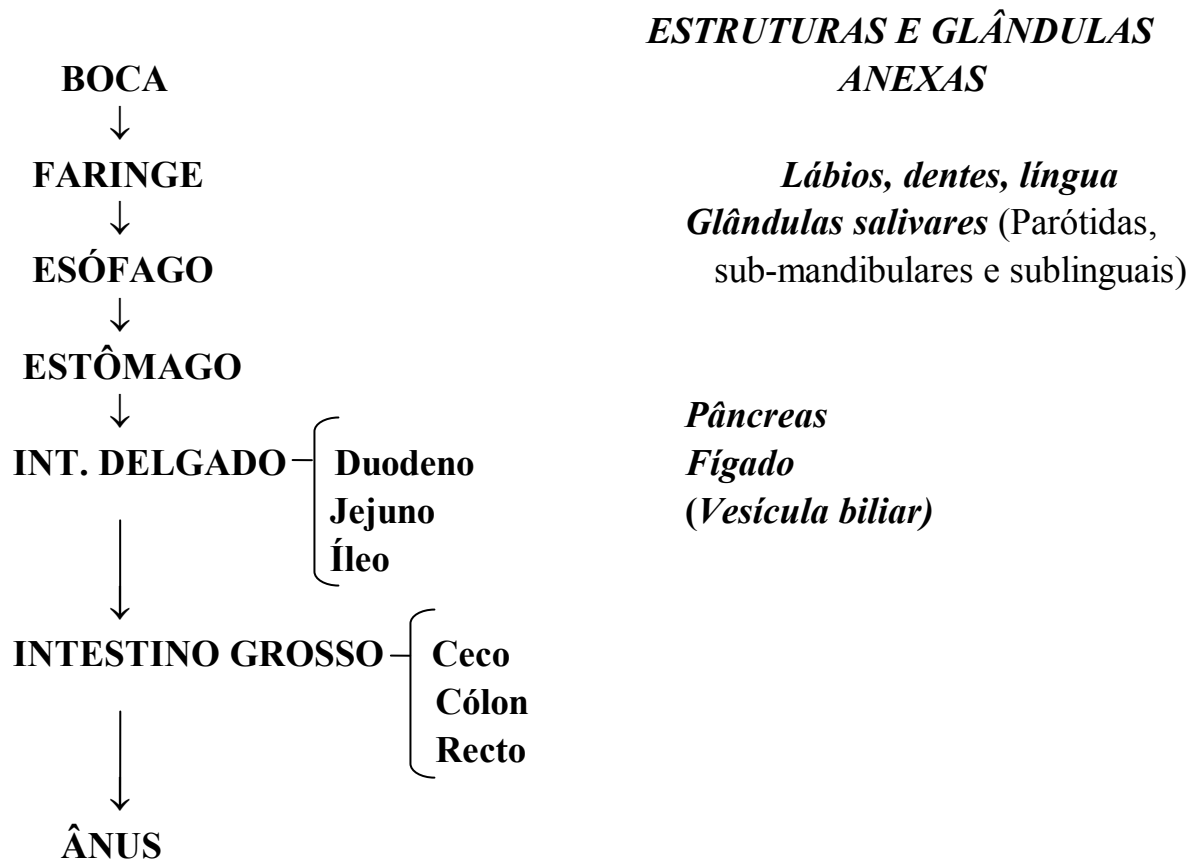


**Índice:**

<b>FISIOLOGIA DA DIGESTÃO: MONOGÁSTRICOS NÃO HERBÍVOROS E HERBÍVOROS</b>	<b>1</b>
<b>1. DIGESTÃO MECÂNICA</b>	<b>2</b>
<b>2. DIGESTÃO QUÍMICA OU ENZIMÁTICA</b>	<b>3</b>
<b>3. DIGESTÃO BIOLÓGICA OU MICROBIANA</b>	<b>8</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>9</b>

# FISIOLOGIA DA DIGESTÃO

## MONOGÁSTRICOS NÃO HERBÍVOROS E HERBÍVOROS



### DIGESTÃO EM MONOGÁSTRICOS

- Conjunto de *processos mecânicos, químicos e biológicos* que promovem a *conversão das grandes moléculas ingeridas em pequenas moléculas assimiláveis* pelo organismo.

**DIGESTÃO MECÂNICA** - Envolve *mecanismos físicos* (movimentos mandibulares, movimentos peristálticos...) que têm como finalidade fraccionar o alimento e misturá-lo com as enzimas e sucos digestivos;

**DIGESTÃO QUÍMICA OU ENZIMÁTICA** - Envolve a *acção de enzimas e sucos digestivos produzidos pelos animais* com a finalidade de fraccionar as moléculas complexas do alimento em moléculas mais simples;

**DIGESTÃO BIOLÓGICA OU MICROBIANA** - Envolve a *acção de enzimas produzidas por microorganismos* que povoam o tubo digestivo destes animais (mais importante nos monogástricos herbívoros).

# 1. DIGESTÃO MECÂNICA

**PREENSÃO DO ALIMENTO** - Lábios, língua e dentes

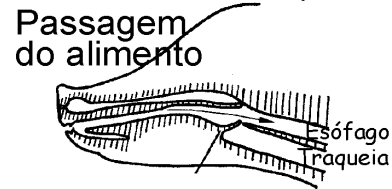
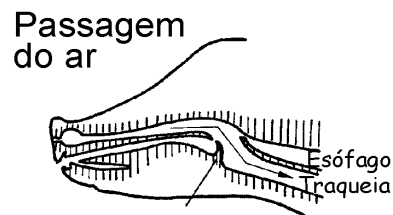
↓  
**MASTIGAÇÃO** ⇒ a) *Reduz o tamanho* das partículas alimentares;  
**E ENSALIVAÇÃO** b) *Aumenta a superfície* do alimento *exposta aos ataques enzimáticos.*  
a) *Lubrifica* os alimentos para a deglutição.

↓  
Formação do **bolo alimentar** [ALIMENTO + SALIVA]

↓  
Água (99%), sais minerais, glicoproteínas (mucina) e iões inorgânicos  
pH neutro (~7.0-7.3)

↓  
**DEGLUTIÇÃO** - Processo inicialmente voluntário, que depois passa a involuntário.

↓  
**Faringe**  
*Movimentos peristálticos\**  
*iniciam-se no* **Esófago**  
(Músc. esqueléticos)  
↓  
(Músc. involuntários)



↓  
**Cárdia**

↓  
**Estômago**

↓  
Quimo (fluido gástrico)

↓  
**Piloro**

↓  
**Int. delgado**

↓  
**Contracções do duodeno, jejuno e íleo**

↓  
**Int. grosso**

↓  
**Contracções do ceco, cólon e recto** - Menos pronunciadas que no int. delgado

↓  
**Ânus**

\* *peristaltismo primário*  
*peristaltismo secundário*  
("restos" do bolo alimentar)

**Região pilórica** - É a região gástrica mais musculada, onde o bolo alimentar sofre *fragmentação e mistura com os sucos gástricos.*

## 2. DIGESTÃO QUÍMICA OU ENZIMÁTICA

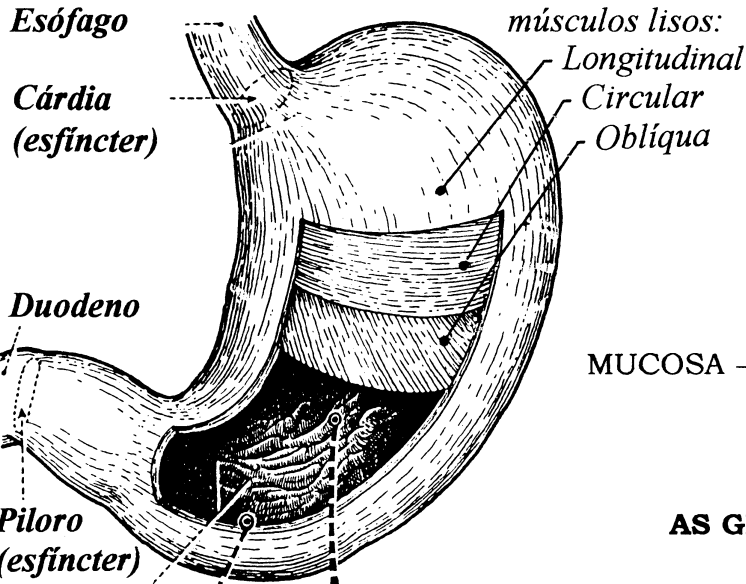
		GLÚCIDOS	LÍPIDOS	SUBS. AZOTADAS	Substâncias absorvidas
Boca	<b>Saliva</b> $\alpha$ -amilase salivar (pH $\geq$ 4.5) (em suínos)	<b>AMIDO (e GLICOGÉNIO)</b> <b>SACAROSE, LACTOSE</b> <b>GLUCOSE</b>	<b>TRIACILGLICERÓIS</b> <b>FOSFOLÍPIDOS</b> <b>COLESTEROL</b>	<b>PROTEÍNAS</b> <b>POLIPEPTÍDEOS</b>	
Estômago	<b>Suco gástrico</b> [lipase gástrica] HCl* pepsinogénio $\rightarrow$ pepsina muco, água, aniões, catiões, ...	<b>Amido (e GLICOGÉNIO)</b> <b>DEXTRINAS e MALTOSE</b> <b>SACAROSE, LACTOSE</b> <b>GLUCOSE</b>	<b>TRIACILGLICERÓIS</b> <b>FOSFOLÍPIDOS</b> <b>COLESTEROL</b>	<b>PROTEÍNAS</b> <b>POLIPEPTÍDEOS</b>	<b>Bílis</b> Sais biliares Colesterol Iões bicarbonato
Intestino delgado	<b>Suco pancreático</b> $\alpha$ -amilase pancreática oligoglucosidase e maltase lipase pancreática $\alpha$ e $\beta$ -fosfolipases tripsinogénio* <sup>1</sup> $\rightarrow$ tripsina* <sup>2</sup> quimotripsinogénio* <sup>2</sup> $\rightarrow$ quimotripsina pró-carboxipeptidases* <sup>2</sup> $\rightarrow$ cp desoxiribo e ribonucleases bicarbonato de sódio  <b>Suco entérico ou intestinal</b> $\alpha$ -dextrinase sacarase, lactase, maltase e isomaltase colesterol esterase $\alpha$ e $\beta$ -fosfolipases (pró) amino e carboxipeptidases (pró) dipeptidases enteroquinase* <sup>1</sup> muco, água e sais minerais	<i>Amido e GLICOGÉNIO</i> <b>DEXTRINAS</b> <b>SACAROSE, LACTOSE e MALTOSE</b> <b>GLUCOSE</b> ↓ <i>Algumas dextrinas</i> <i>Sacarose, lactose e maltose</i> <b>GLUCOSE</b> ↓ <b>Glucose, galactose, frutose e manose</b> <b>Xilose</b>	<b>TRIACILGLICERÓIS</b> ↓ <b>Monoacilgliceróis e ácidos gordos (AG)</b> <b>Glicerol</b> <b>Triacilgliceróis</b> <b>FOSFOLÍPIDOS</b> ↓ <b>Glícero-fosfato</b> <b>Colina</b>  <b>Colesterol</b>  <b>AG de cadeia curta</b>	<b>Proteínas</b> <b>Polipeptídeos</b> ↓ <b>Peptídeos</b> ↓ <b>Dipeptídeos</b> ↓ <b>Aminoácidos</b>	<i>Glucose</i> <i>Frutose</i> <i>Galactose</i> <i>Manose</i> <i>Xilose</i>  <i>Triacilgliceróis</i> <i>Acilgliceróis...</i> <i>Ác. gordos</i> <i>Colesterol</i>  <i>Aminoácidos</i>  <i>H<sub>2</sub>O</i>  <i>Vitaminas</i>

# ESTÔMAGO MONOGÁSTRICO

## ESTRUTURA

A sua parede exterior contém 3 camadas de

## FUNÇÕES

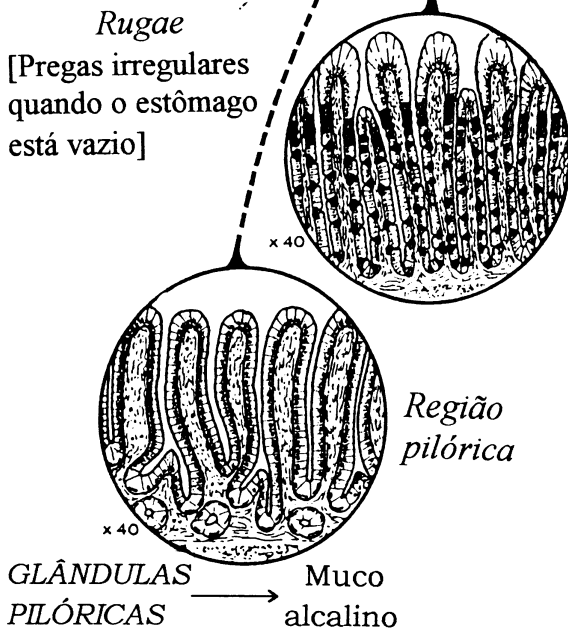


**Reservatório** para alimento; distende quando contendo alimento.

“**Misturadora**”, permitindo a mistura do alimento com o suco gástrico → passagem posterior de pequenas quantidades de quimo para o ID

MUCOSA → Absorve H<sub>2</sub>O, álcoois, glucose

## AS GLÂNDULAS GÁSTRICAS secretam o suco gástrico



- CÉLULAS MUCOSAS**, que secretam a  **mucina**  do muco
- CÉL. PRINCIPAIS**, secretam enzimas:
  - **Renina** (lactantes) - coagula leite
  - **Lipase gástrica**
  - **Pepsinogénio** → **Pepsina** - Inicia a decomposição de proteínas em polipeptídeos
- CÉLULAS PARIETAIS**, secretam **HCl**, que além de activar o pepsinogénio em pepsina, contribui para a morte de bactérias e para tornar alguns minerais em forma absorvível no ID (sais de Ca e Fe, por exemplo)

As glândulas pilóricas e as cárdicas, assim chamadas devido à sua localização, secretam muco.

As glândulas fúndicas, localizadas na região fúndica e corpo do estômago, são constituídas por células mucosas, células principais ou pépticas e células parietais.

O suco gástrico também contém **sódio, potássio, cálcio, magnésio, fosfatos, sulfatos e cloretos**

(Adaptado de McNaught e Callander, 1975)

# INTESTINO DELGADO

O intestino delgado é um tubo musculado e comprido que:

- recebe pequenas quantidades do quimo vindas do estômago;
- recebe o suco pancreático vindo do pâncreas;
- e recebe a bÍlis vinda da vesícula biliar (no caso dos equinos, a bÍlis é libertada assim que se forma no fÍgado).

**DUODENO** - É constituído por 4 camadas:

- Camada serosa** exterior do peritoneu, incluindo vasos sanguíneos e nervos
- Camada muscular**  
2 camadas de músculo liso:  
- Exterior ou longitudinal  
- Interna ou circular

Os movimentos da parede intestinal contribuem para a mistura do alimento com os sucos digestivos, favorecem a absorção e movem os resíduos digestivos ao longo do tracto digestivo.  
Entre as camadas musculares encontra-se o plexo nervoso de Auerbach, através do qual o organismo controla os movimentos peristálticos

- Camada submucosa** que apresenta só no duodeno glândulas de Brunner ou glândulas duodenais que secretam o muco

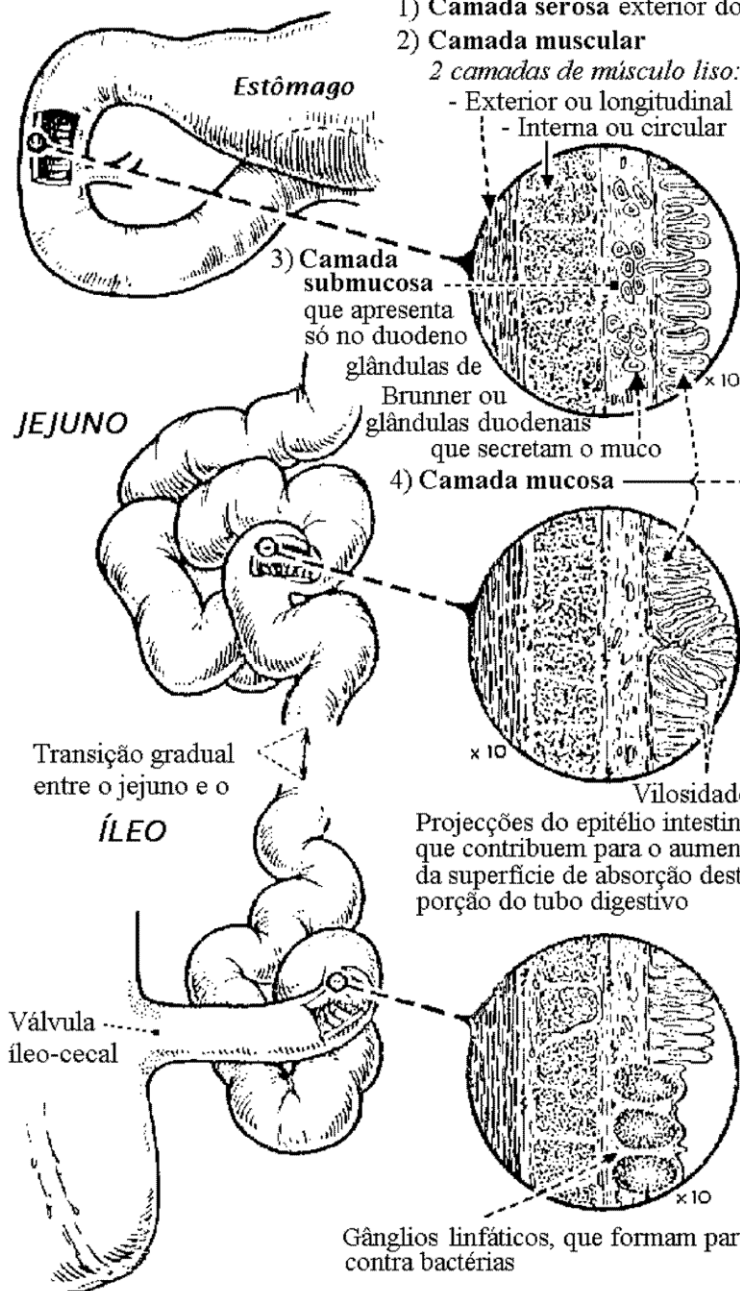
As **criptas de Lieberkuhn** secretam o **suco intestinal ou entérico**, alcalino

As criptas de Lieberkuhn secretam **enzimas digestivos**:

- Alfa-dextrinase
- Maltase e isomaltase
- Lactase
- Sacarase
- Colesterol esterase
- Alfa e beta-fosfolipases
- Pro-amino e pro-carboxipeptidases
- Pro-dipeptidases
- Enteroquinase, responsável pela activação do enzima tripsinogénio, do suco pancreático

- Camada mucosa**

Vilosidades  
Projeções do epitélio intestinal que contribuem para o aumento da superfície de absorção desta porção do tubo digestivo

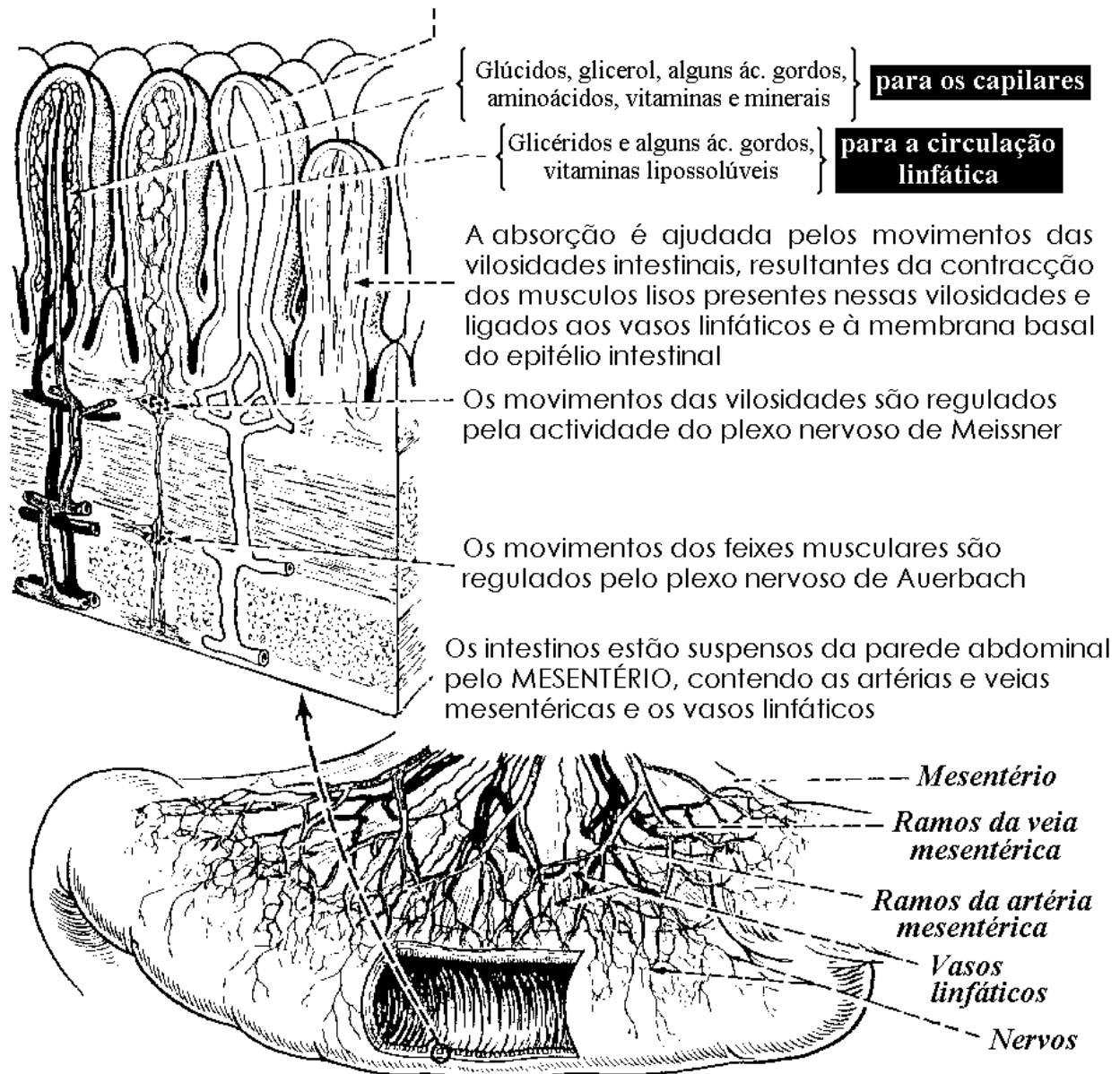


(Adaptado de McNaught e Callander, 1975)



# ABSORÇÃO NO INTESTINO DELGADO

A absorção da maior parte dos nutrientes resultantes da digestão dos alimentos, ocorre no **intestino delgado**, através do epitélio que cobre as vilosidades intestinais.

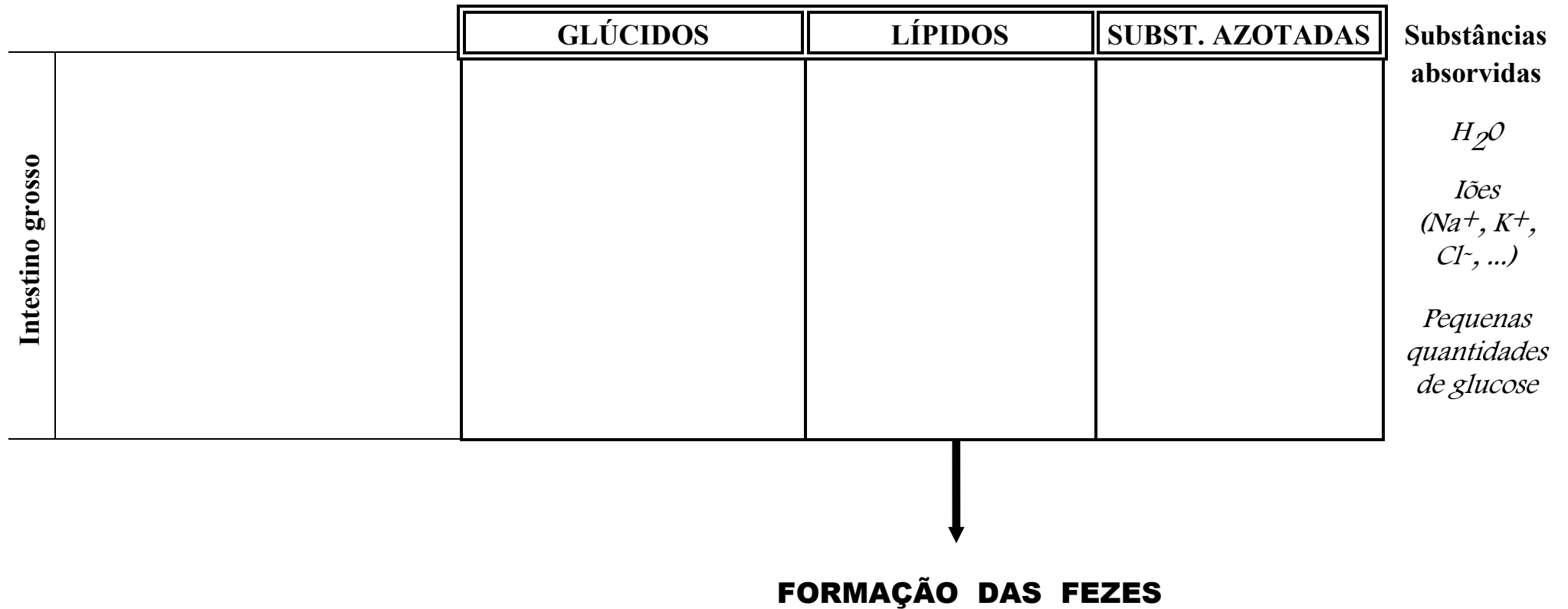


(Adaptado de McNaught e Callander, 1975)

A absorção não é só um simples processo de difusão de substâncias de zonas de elevada para zonas de menor concentração. Também se detectam, por exemplo, movimentos de iões contra gradientes de concentração.


Por outras palavras, *a absorção é muitas vezes um processo activo, envolvendo o gasto de energia pelas células epiteliais intestinais.*

## 2. DIGESTÃO QUÍMICA OU ENZIMÁTICA (continuação)



### 3. DIGESTÃO BIOLÓGICA OU MICROBIANA

Nos monogástricos, a digestão biológica realiza-se no intestino grosso, mais precisamente no ceco, através da actividade dos microorganismos cecais. *Este tipo de digestão é mais importante nos monogástricos herbívoros.*

		GLÚCIDOS	LÍPIDOS	SUBS. AZOTADAS	Substâncias absorvidas
Intestino grosso	<b>Enzimas microbianas</b> celulasas e hemicelulasas amilases e oligoglucosidasas sacarase, lactase e maltase lipases e fosfolipases proteinases, polipeptidasas, e peptidasas	<b>Alguns glúcidos solúveis*</b> <b>Algum amido e dextrina*</b> <b>Alguma sacarose, lactose e maltose</b> <b>Algumas oses (glucose)*</b> CELULOSE E HEMICELULOSES ↓ <b>Alguma celulose e hemiceluloses</b> <b>Algumas hexoses</b>  <b>Ácidos gordos voláteis</b> + <b>Energia e gases</b>	<b>Alguns triacilgliceróis*</b> ↓ <b>Monoacilgliceróis e ácidos gordos (AG)</b> <b>Glicerol</b> ↓ <b>Biomassa microbiana</b>  <b>Alguns fosfolípidos*</b> ↓ <b>Glicero-fosfato</b> <b>Colina</b> ↓ <b>Biomassa microbiana</b>	<b>Algumas proteínas* e polipeptídeos*</b> <b>SUBSTÂNCIAS AZOTADAS NÃO PROTÍDICAS</b> ↓ <b>Aminoácidos (Aa)</b> ↓ <b>Amoníaco (NH<sub>3</sub>)</b> ↓ <b>Aa microbianos</b> ↓ <b>Proteína microbiana</b> ↓ <b>Biomassa microbiana</b>	<i>H<sub>2</sub>O</i>  <i>Iões (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, ...)</i>  <i>Minerais</i>  <i>Pequenas quantidades de glucose</i>  <i>Ácidos gordos voláteis</i>
	 <b>FORMAÇÃO DAS FEZES</b>				

\* Estes nutrientes escaparam, em maior ou menor quantidade, ao ataque realizado pelas enzimas do animal nas porções anteriores do tracto digestivo; são esses “restos” da digestão química, mais os glúcidos estruturais ou parietais e as substâncias azotadas não protídicas que são atacados pelas enzimas microbianas.

## **BIBLIOGRAFIA:**

- Frandsen, R.D.; T.L. Spurgeon (1995). *Anatomia y Fisiologia de los Animales Domésticos*. Interamericana – McGraw-Hill (5ª edición), México.
- McNaught, A.B.; R. Callander (1975). *Illustrated Physiology*. Churchill Livingstone (3<sup>rd</sup>. edition), Edinburgh.
- 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.