



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)

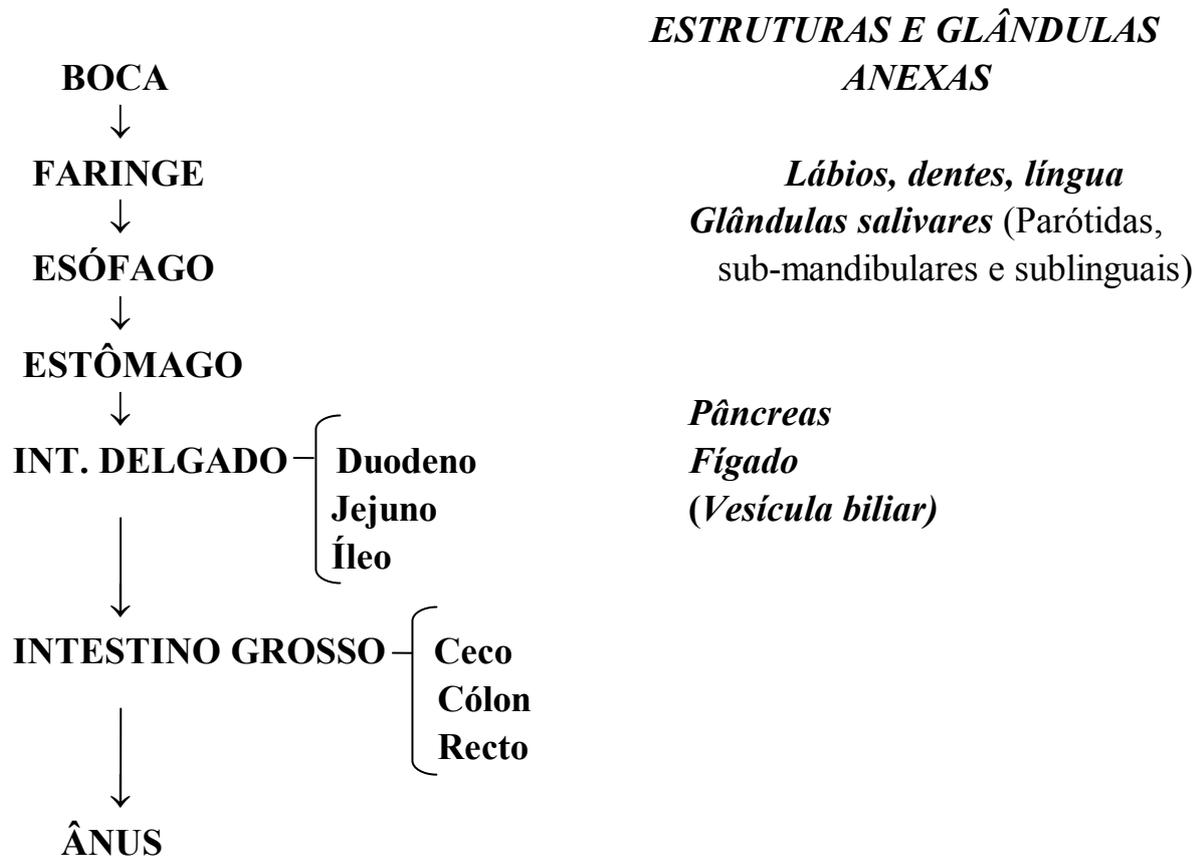
J. M. Martins

Índice:

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

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.

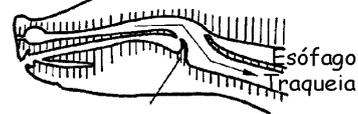
↓
Formação do **bolo alimentar** [ALIMENTO + SALIVA]

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

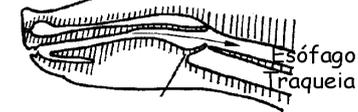
↓
DEGLUTIÇÃO - Processo inicialmente voluntário, que depois passa a involuntário.

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

Passagem do ar



Passagem do alimento



↓
Cárdia

↓
Estômago

↓
Quimo (fluido gástrico)

↓
Piloro

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

↓
Int.delgado

Contracções do duodeno, jejuno e íleo

↓
Int.grosso

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

↓
Ânus

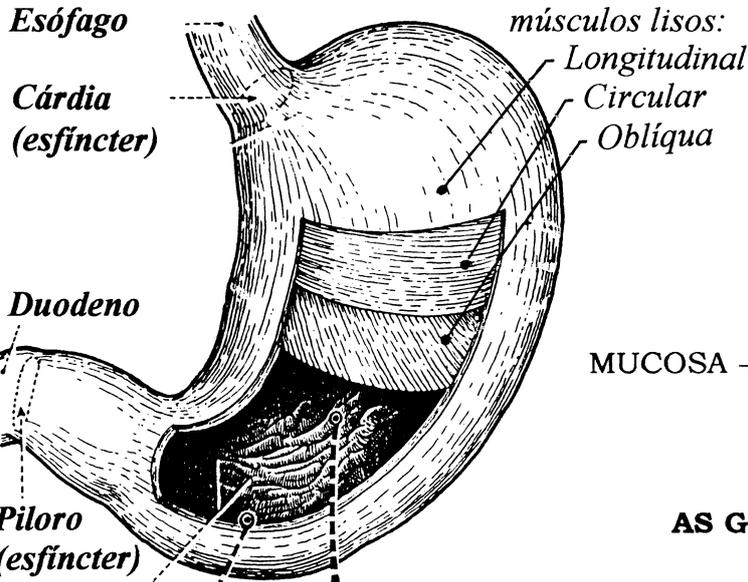
2. DIGESTÃO QUÍMICA OU ENZIMÁTICA

		GLÚCIDOS	LÍPIDOS	SUBS. AZOTADAS	Substâncias absorvidas
Boca	Saliva α -amilase salivar (pH \geq 4.5) (em suínos)	AMIDO (e GLICOGÉNIO) SACAROSE, LACTOSE GLUCOSE	TRIACILGLICERÓIS FOSFOLÍPIDOS COLESTEROL	PROTEÍNAS POLIPEPTÍDEOS	
Estômago	Suco gástrico [lipase gástrica] HCl* pepsinogénio \rightarrow pepsina muco, água, aniões, catiões, ...	Amido (e GLICOGÉNIO) DEXTRINAS e MALTOSE SACAROSE, LACTOSE GLUCOSE	TRIACILGLICERÓIS FOSFOLÍPIDOS COLESTEROL	PROTEÍNAS POLIPEPTÍDEOS	Bílis Sais biliares Colesterol Iões bicarbonato
Intestino delgado	Suco pancreático α -amilase pancreática oligoglucosidase e maltase lipase pancreática α e β -fosfolipases tripsinogénio* ¹ \rightarrow tripsina* ² quimotripsinogénio* ² \rightarrow quimotripsina pró-carboxipeptidases* ² \rightarrow cp desoxiribo e ribonucleases bicarbonato de sódio Suco entérico ou intestinal α -dextrinase sacarase, lactase, maltase e isomaltase colesterol esterase α e β -fosfolipases (pró) amino e carboxipeptidases (pró) dipeptidases enteroquinase* ¹ muco, água e sais minerais	<i>Amido e GLICOGÉNIO</i> DEXTRINAS SACAROSE, LACTOSE e MALTOSE GLUCOSE ↓ <i>Algumas dextrinas</i> <i>Sacarose, lactose e maltose</i> GLUCOSE ↓ Glucose, galactose, frutose e manose Xilose	TRIACILGLICERÓIS ↓ Monoacilgliceróis e ácidos gordos (AG) Glicerol Triacilgliceróis FOSFOLÍPIDOS ↓ Glícero-fosfato Colina Colesterol AG de cadeia curta	Proteínas Polipeptídeos ↓ Peptídeos ↓ Dipeptídeos ↓ Aminoácidos	<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>H₂O</i> <i>Vitaminas</i>

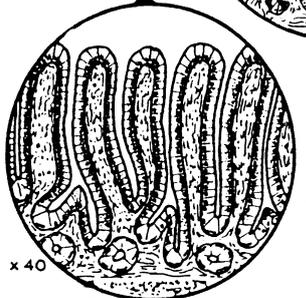
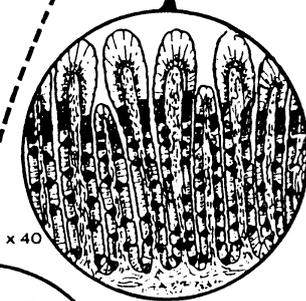
ESTÔMAGO MONOGÁSTRICO

ESTRUTURA

A sua parede exterior contém 3 camadas de



Rugae
[Pregas irregulares quando o estômago está vazio]



GLÂNDULAS PILÓRICAS → Muco alcalino

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 H₂O, 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)

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

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.

(Adaptado de McNaught e Callander, 1975)

INTESTINO DELGADO

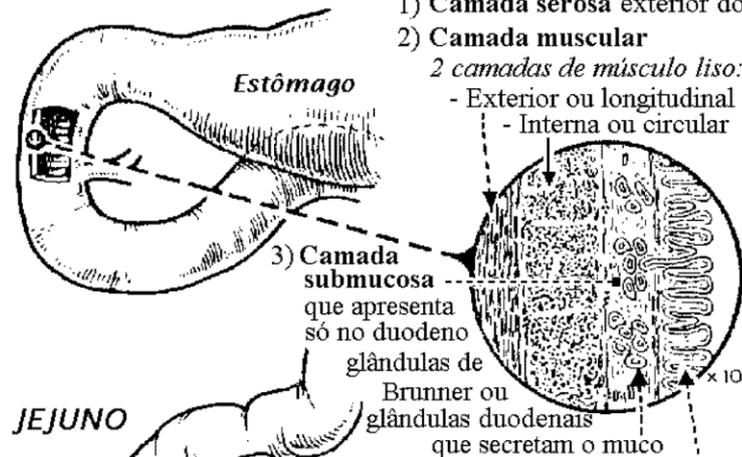
O intestino delgado é um tubo musculado e comprido que:

- 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
- Camada mucosa**

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

Transição gradual entre o jejuno e o

ÍLEO

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

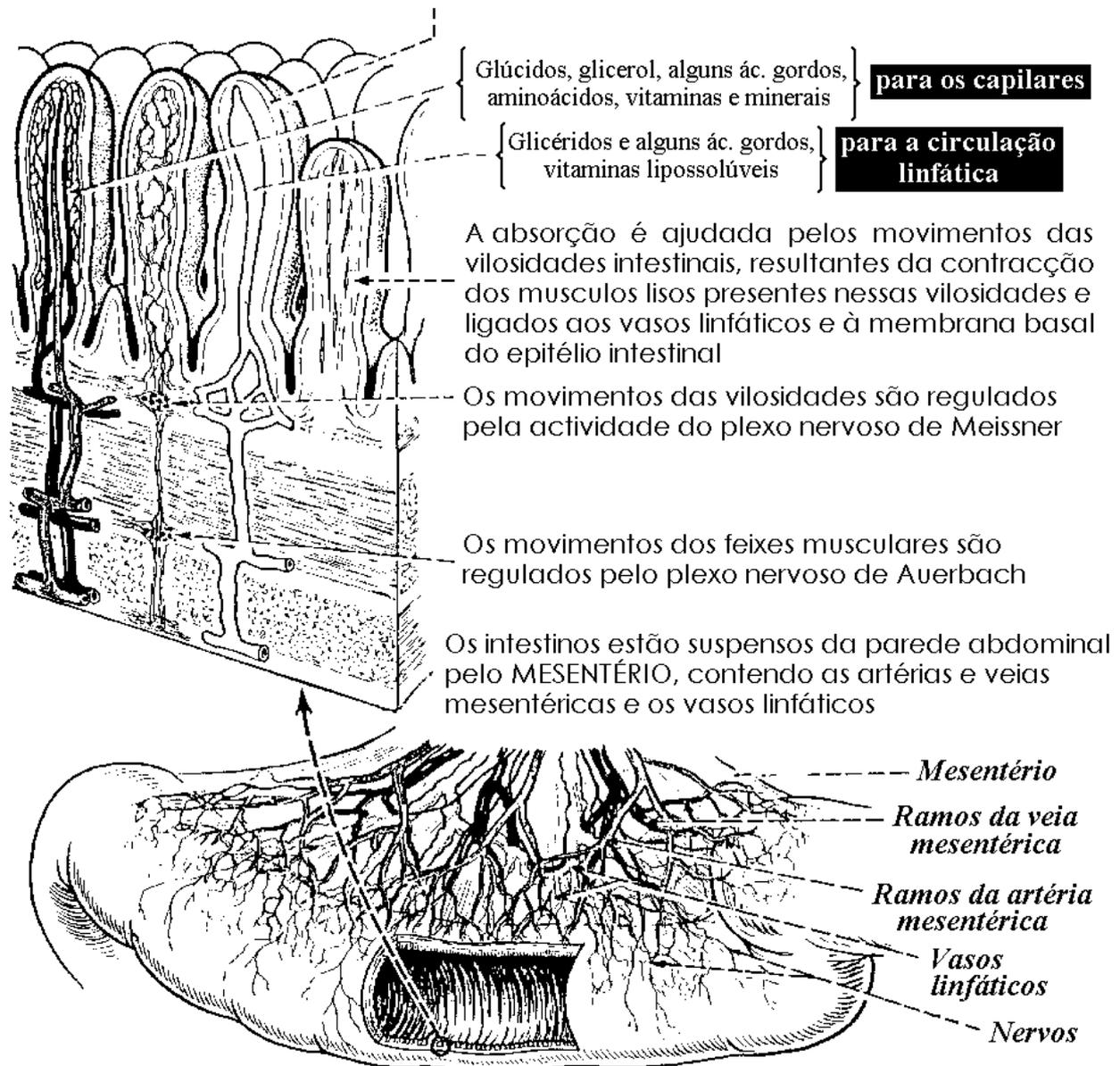
Válvula íleo-cecal

Gânglios linfáticos, que formam parte do mecanismo de defesa do íleo contra bactérias

(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.

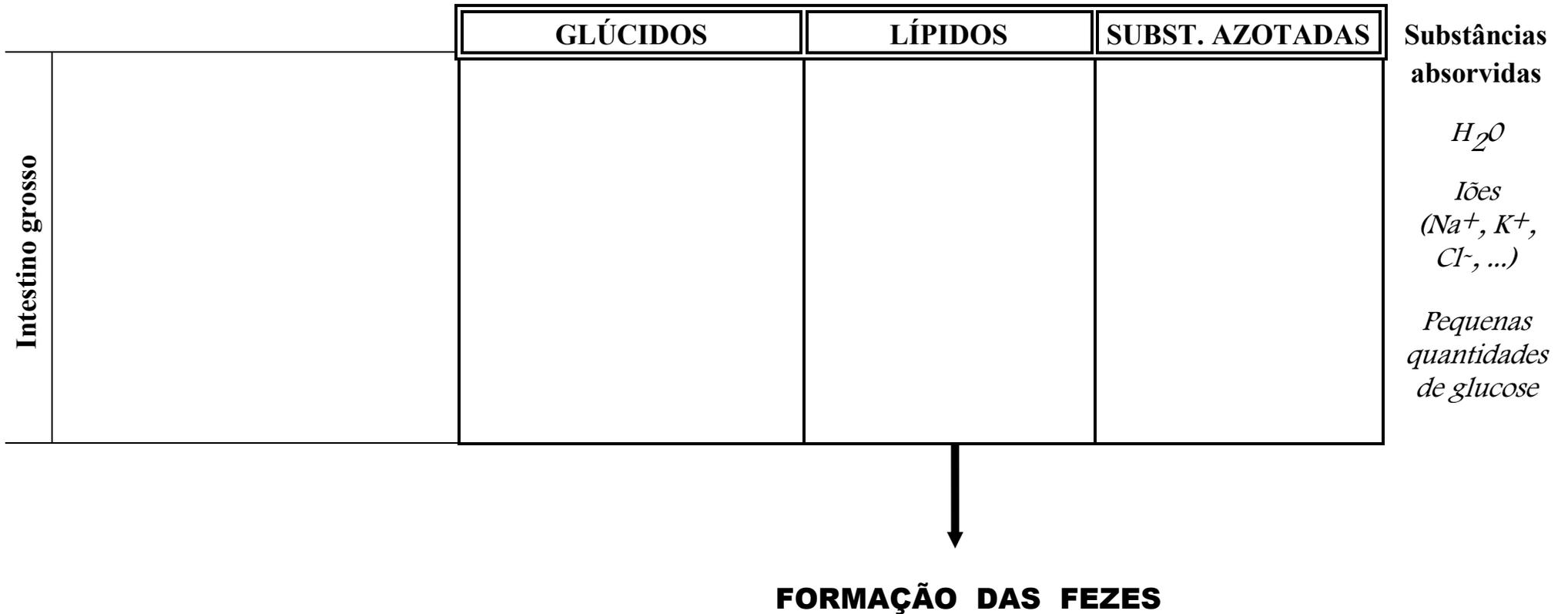


(Adaptado de McNaught e Callander, 1975)

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	Enzimas microbianas celulasas e hemicelulasas amilases e oligoglucosidasas sacarase, lactase e maltase lipases e fosfolipases proteinases, polipeptidasas, e peptidasas	Alguns glúcidos solúveis* Algum amido e dextrina* Alguma sacarose, lactose e maltose Algumas oses (glucose)* CELULOSE E HEMICELULOSES ↓ Alguma celulose e hemiceluloses Algumas hexoses Ácidos gordos voláteis + Energia e gases	Alguns triacilgliceróis* ↓ Monoacilgliceróis e ácidos gordos (AG) Glicerol ↓ Biomassa microbiana Alguns fosfolípidos* ↓ Glicero-fosfato Colina ↓ Biomassa microbiana	Algumas proteínas* e polipeptídeos* SUBSTÂNCIAS AZOTADAS NÃO PROTÍDICAS ↓ Aminoácidos (Aa) ↓ Amoníaco (NH₃) ↓ Aa microbianos ↓ Proteína microbiana ↓ Biomassa microbiana	<i>H₂O</i> <i>Iões (Na⁺, K⁺, Cl⁻, ...)</i> <i>Minerais</i> <i>Pequenas quantidades de glucose</i> <i>Ácidos gordos voláteis</i>
	 FORMAÇÃO DAS FEZES				

* 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 (3rd. edition), Edinburgh.
- Reece, W.O. (2005). *Functional anatomy and physiology of domestic animals*. Lippincott, Williams & Wilkins (3rd edition), USA.
- Soltner, D. (1978). *Alimentation des animaux domestiques*. Sciences et Techniques Agricoles (12^e 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. (3rd. edition), New York.