



# Fisiologia do Sistema Digestório

---

ELYZABETH DA CRUZ CARDOSO.

PROFA TITULAR DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE - UFF

INSTITUTO DE SAÚDE DE NOVA FRIBURGO.

DISCIPLINAS DE FIOLOGIA HUMANA

CURSOS DE ODONTOLOGIA E FONOAUDIOLOGIA

# FUNÇÕES DO SISTEMA DIGESTÓRIO



- Degradar os **alimentos** e transportar os **nutrientes**, água e eletrólitos do meio externo para o meio interno
- Efetuar o balanço de massa
- Proteção de invasores externos

# MORFOLOGIA DO SISTEMA DIGESTÓRIO

## Sistema tubular (TGI e órgãos anexos)

Faz a comunicação meio externo/interno  
Cada compartimento tem um controle de entrada e de saída



### MUSCULATURA LISA

Exceção:

- Cavidade oral
- Faringe
- Terço ant. do esôfago
- Esfincter anal externo

# PROCESSOS FUNCIONAIS DO TGI

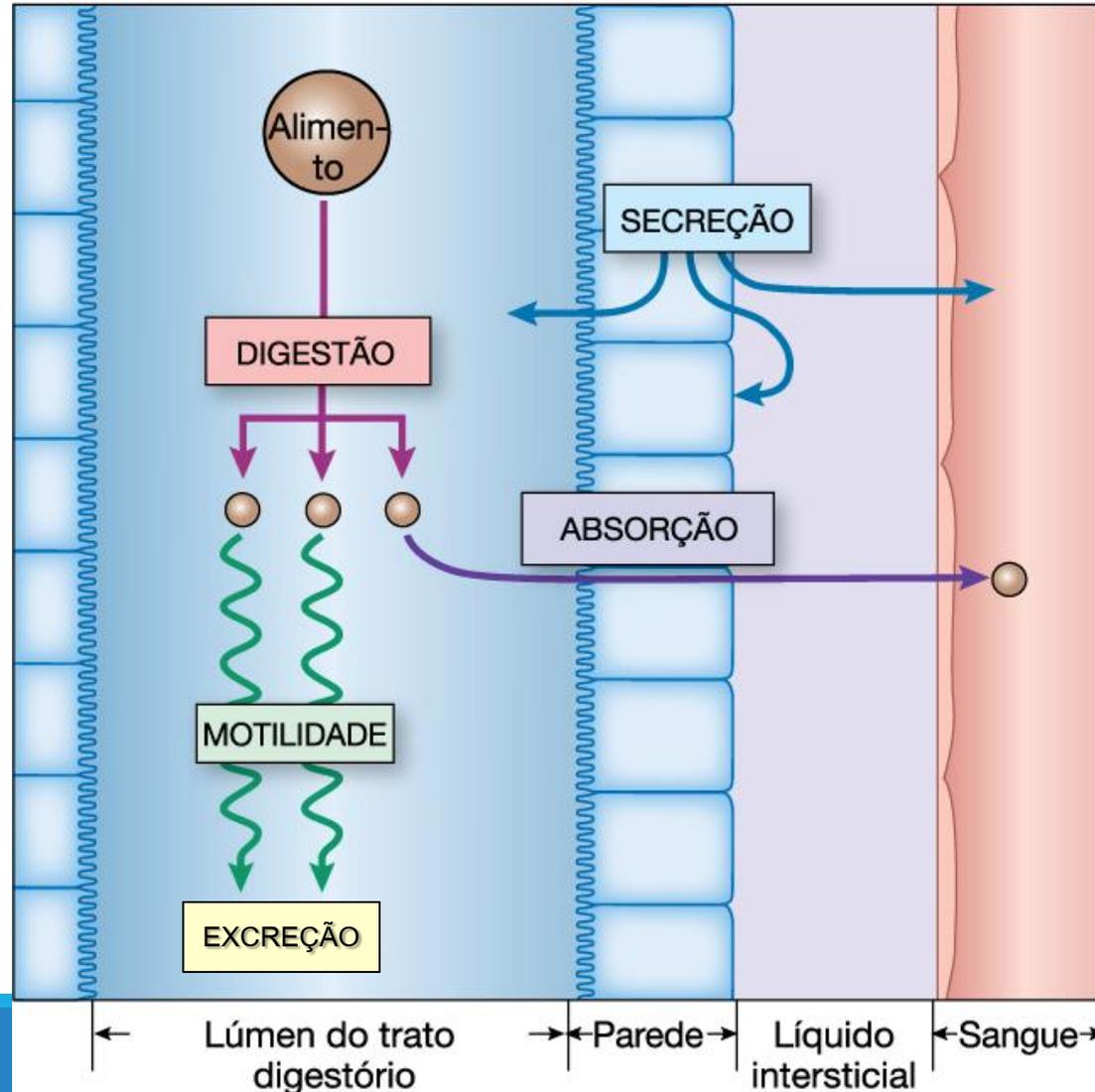
**Secreção:** transferência de substâncias liberadas pelas células para o lúmen do TGI ou para o meio extracelular.

**Digestão:** processo de degradação mecânica e química dos alimentos para se tornarem absorvíveis pelo organismo

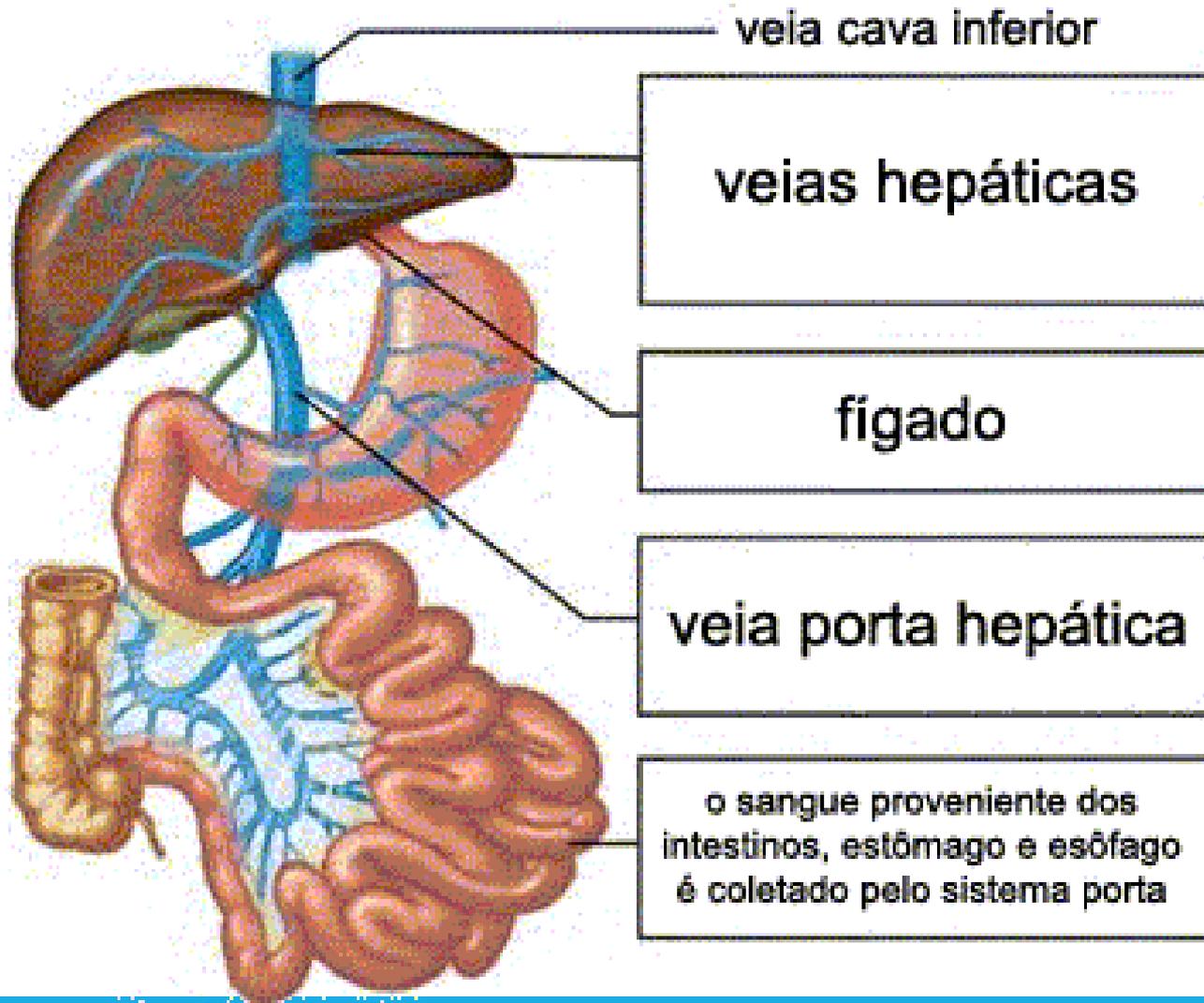
**Absorção:** transferência de substâncias do lumen do TGI para o líquido extracelular

**Excreção:** eliminação fecal dos produtos não digeridos ou não absorvidos

Fonte: SILVERTHORN (2010)



# O PROCESSO DIGESTÓRIO E A CIRCULAÇÃO PORTA



# RELAÇÃO ENTRE O FÍGADO E O TGI

## Absorvido do trato gastrointestinal

- Bilirrubina
- Nutrientes
- Fármacos
- Substâncias estranhas

Veia  
porta do  
fígado



## Fígado

- Metabolismo da glicose e de gorduras
- Síntese de proteínas
- Síntese de hormônios
- Produção de ureia
- Destoxificação
- Armazenamento

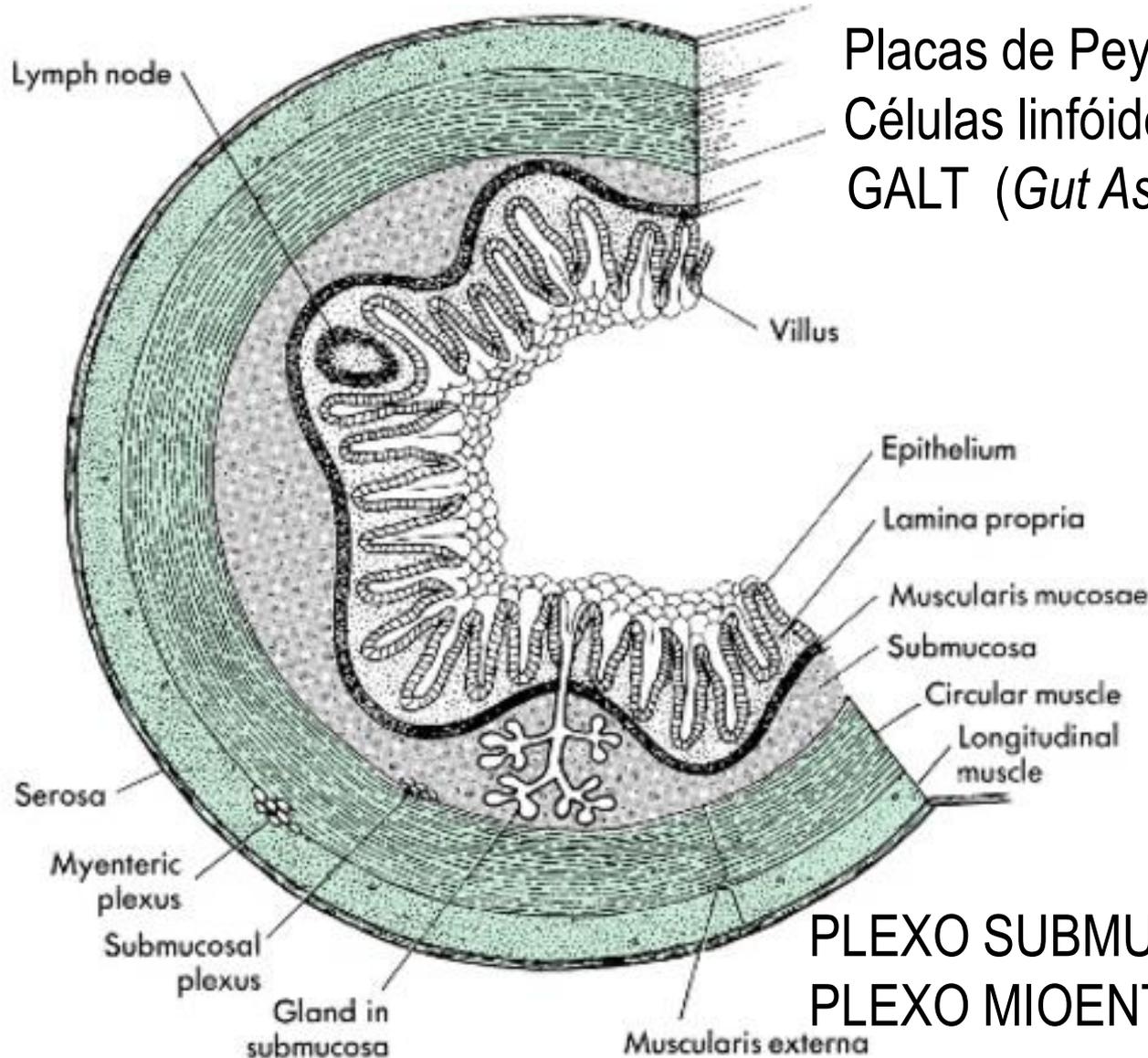
## Secretado no duodeno

- Sais biliares
- Bilirrubina
- Água, íons
- Fosfolipídeos



Ducto  
biliar

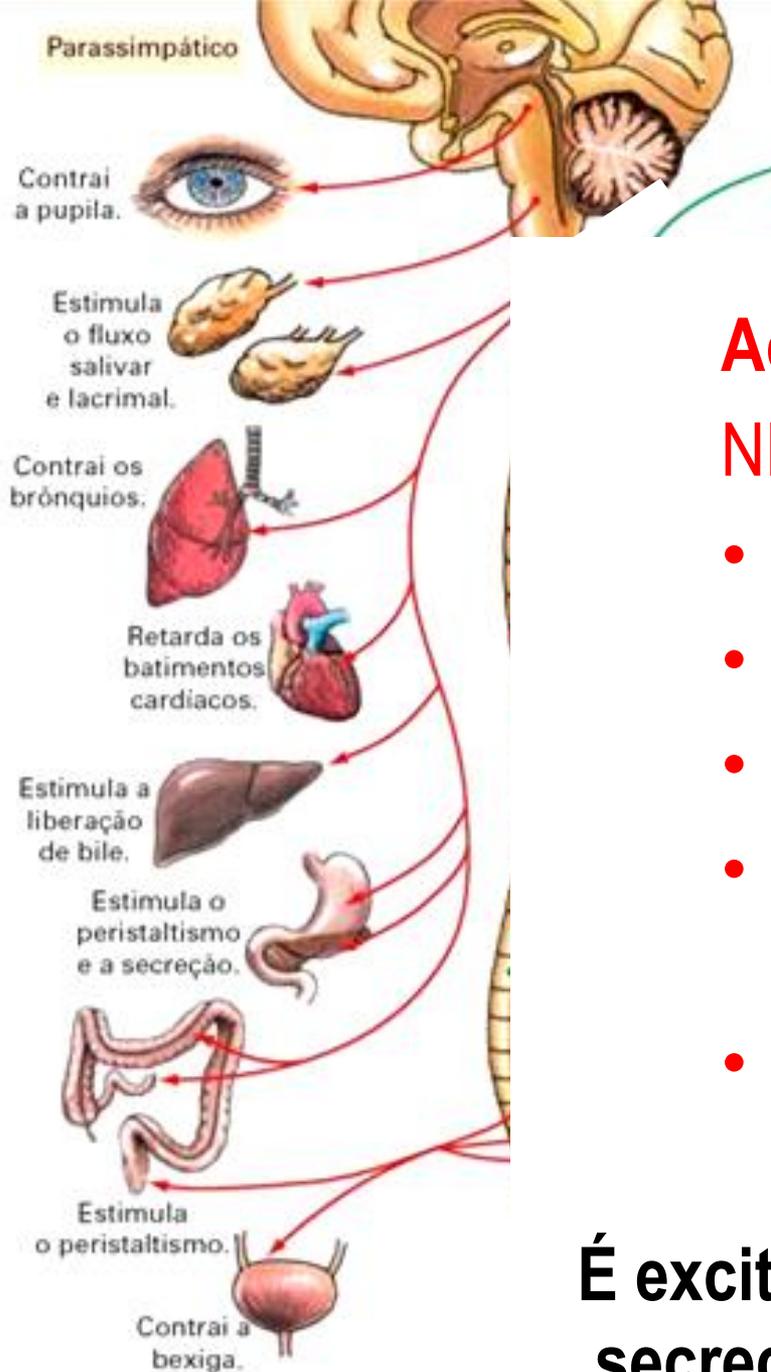
# ESTRUTURA BÁSICA DO TRATO GASTRO INTESTINAL



Placas de Peyer  
Células linfóides da mucosa  
GALT (*Gut Associated Lymphoid Tissue*)

PLEXO SUBMUCOSO ou de MEISSNER  
PLEXO MIOENTÉRICO ou de AUERBACH

# SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO



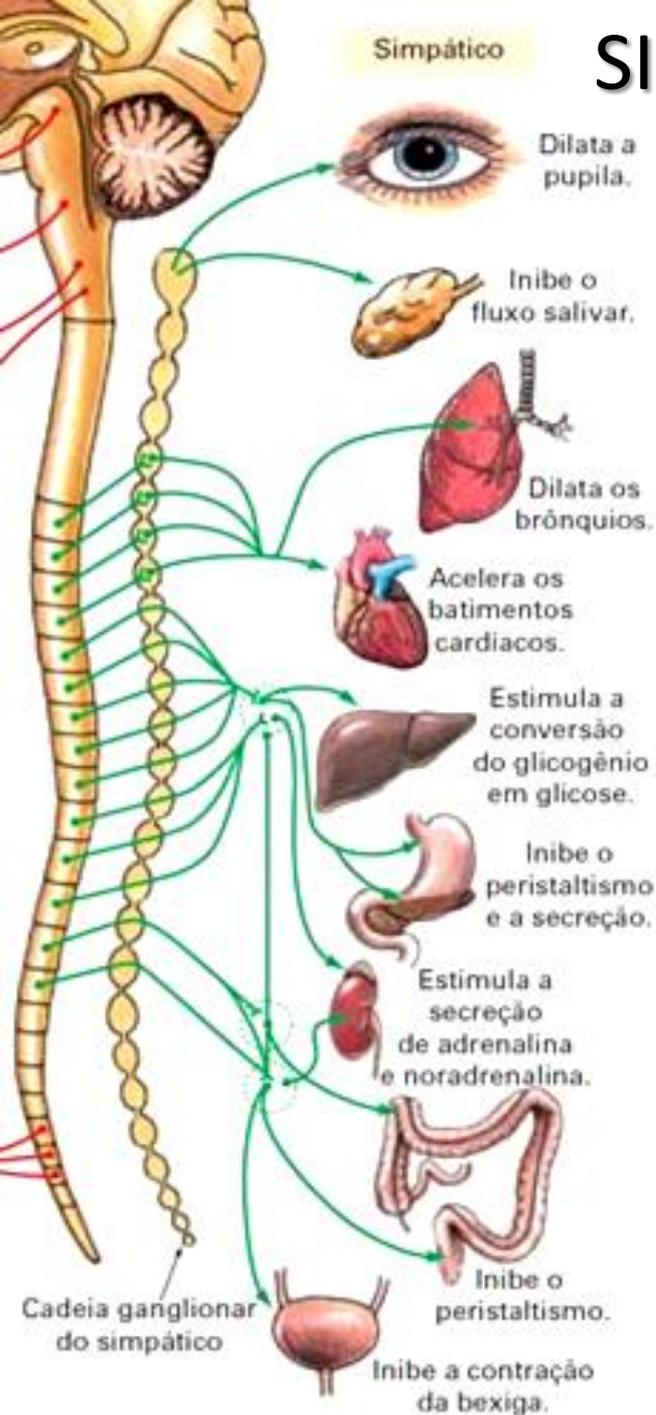
## Ação parassimpática

## NERVO VAGO E NERVO PÉLVICO

- 75% fibras aferentes
- 25% fibras eferentes
- Fibras eferentes longas
- Fazem sinapse com plexos intramurais SNE (Submucoso e Mioentérico)
- Fibras colinérgicas (Acetilcolina)

**É excitatória, aumenta a motilidade, as secreções e o fluxo sanguíneo do SGI.**

# SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO



## Ação simpática

Fibras eferentes (50%) são curtas e emergem da medula tóraco-lombar

ATRAVESSAM A CADEIA GANGLIONAR PARAVERTEBRAL E LANÇAM FIBRAS PÓS-SINÁPTICAS

- Neurotransmissor: Noradrenalina

**Causa diminuição da motilidade, das secreções e do fluxo sanguíneo do SGI**

# SISTEMA NERVOSO ENTÉRICO (SNE)

- ✓ Contém neurônios aferentes (sensitivos) com estímulos de quimiorreceptores e mecanorreceptores.
- ✓ Contém interneurônios e neurônios motores (eferentes).
- ✓ Mantém comunicação com o Sistema Nervoso Autônomo que modulam a ação do SNE
- ✓ O **Plexo Mioentérico** controla os movimentos do TGI
- ✓ O **Plexo da Submucosa** controla a secreção gastrointestinal e o fluxo sanguíneo local.

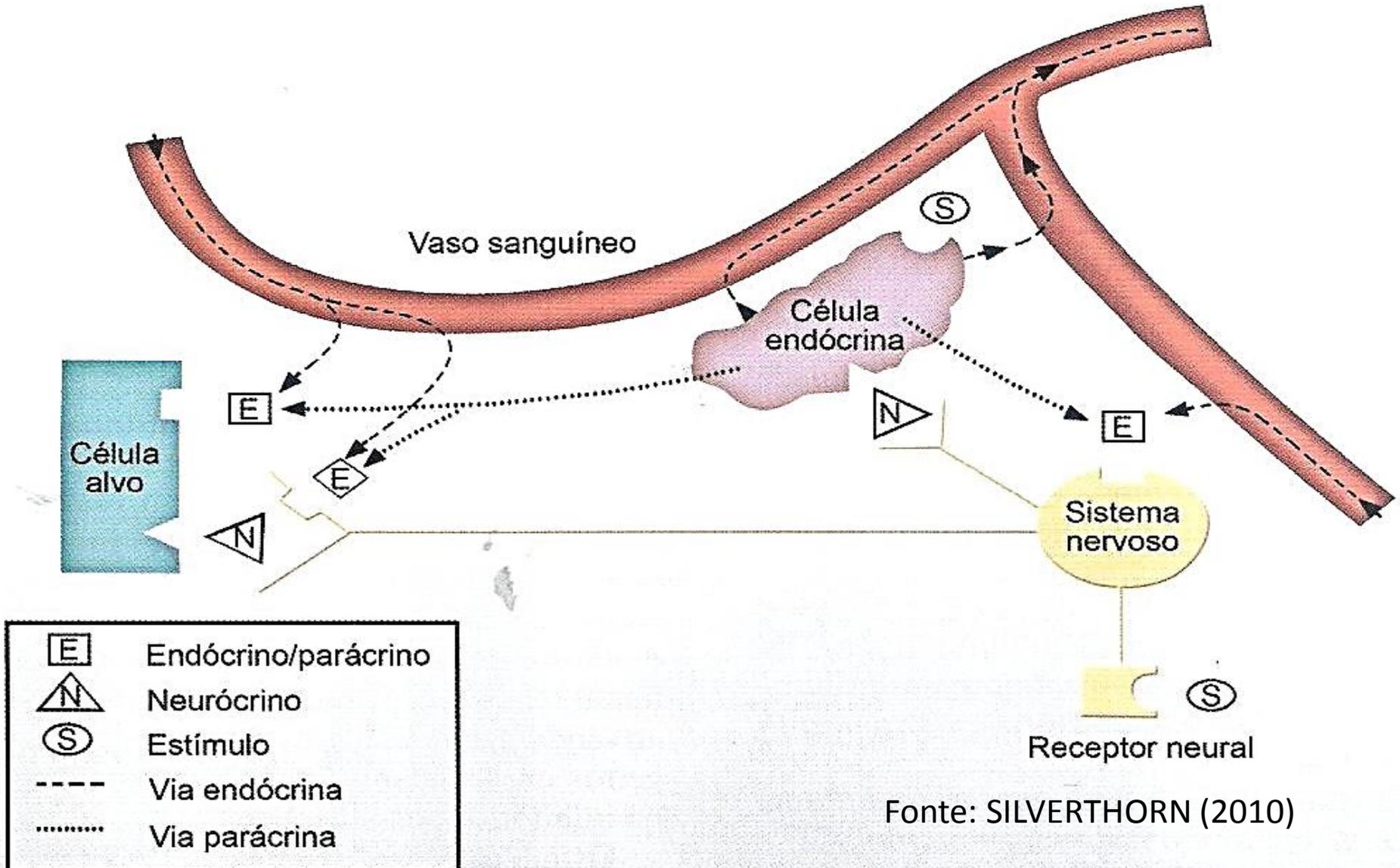
## FATORES LIGADOS A DESPOLARIZAÇÃO

- ✓ Estiramento do músculo
- ✓ **Estímulo parassimpático**
- ✓ Hormônios do TGI

## FATORES LIGADOS A HIPERPOLARIZAÇÃO

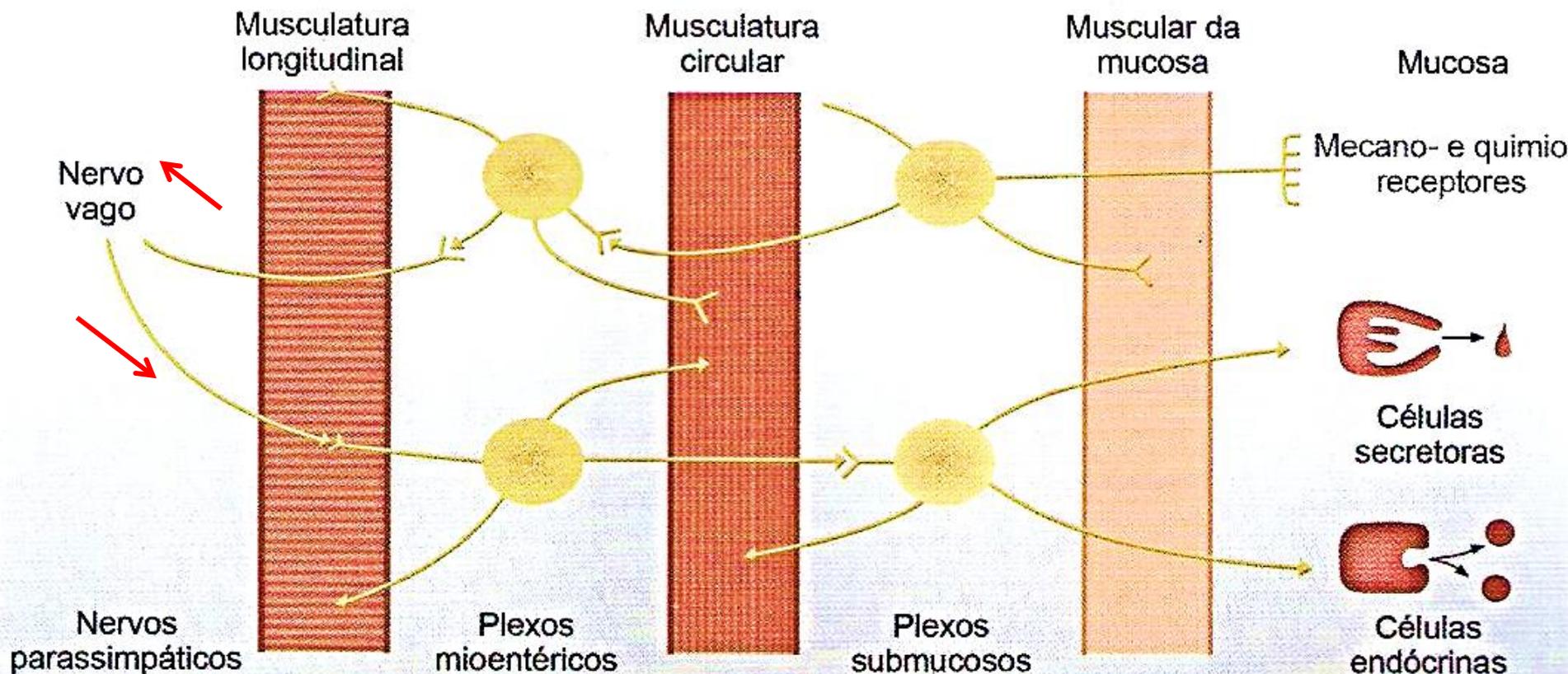
- ✓ **Estímulo simpático**

# INTERAÇÃO DO SISTEMA NERVOSO COM O ENDÓCRINO, NEURÓCRINO E PARACRINO NO SGI



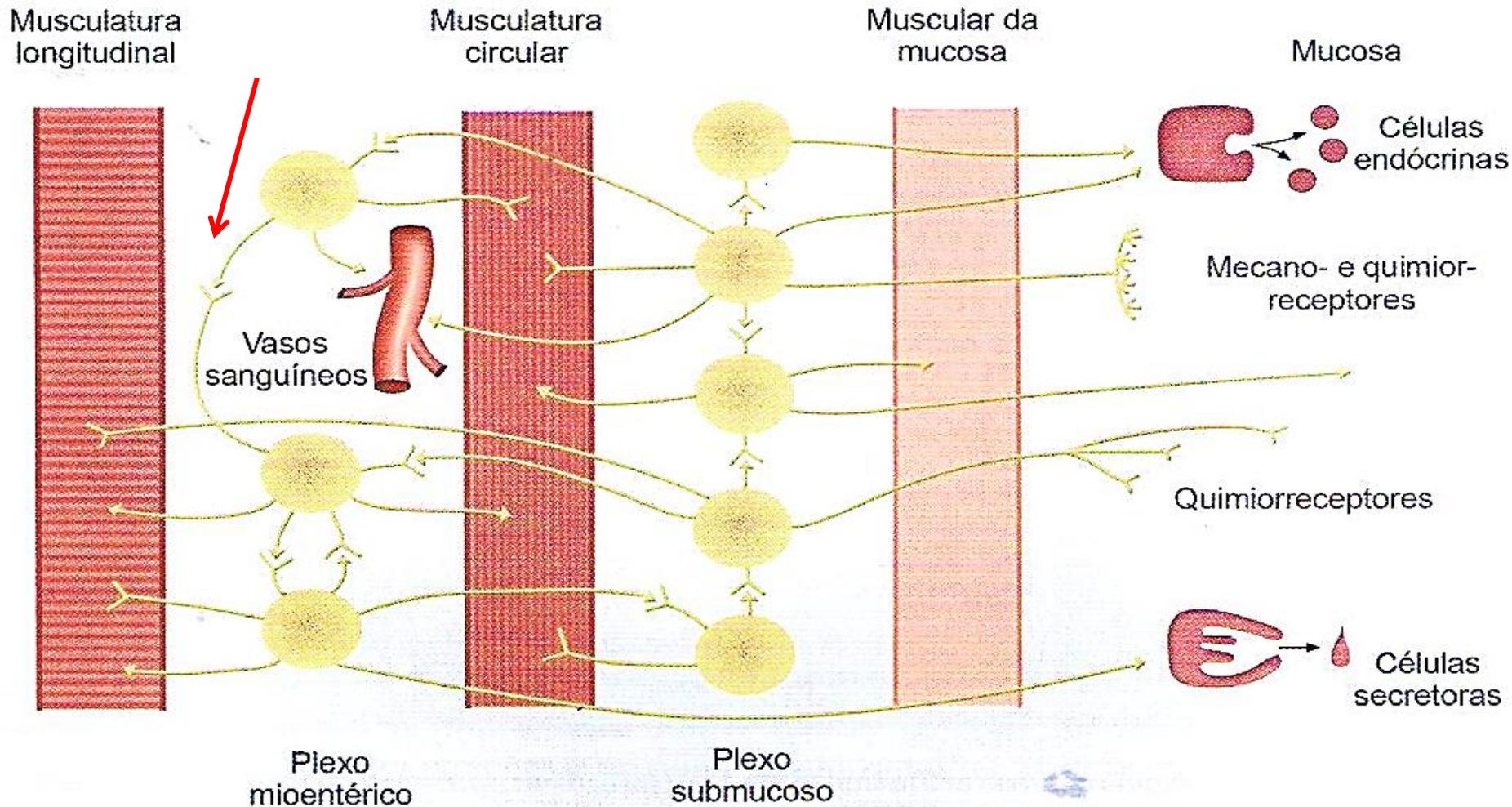
# REFLEXO LONGO VAGO-VAGAL NO SGI

São as vias aferentes e eferentes do nervo vago ou pélvico a partir do estímulo sensorial (mecano-químico ou osmo) localizado na parede do TGI

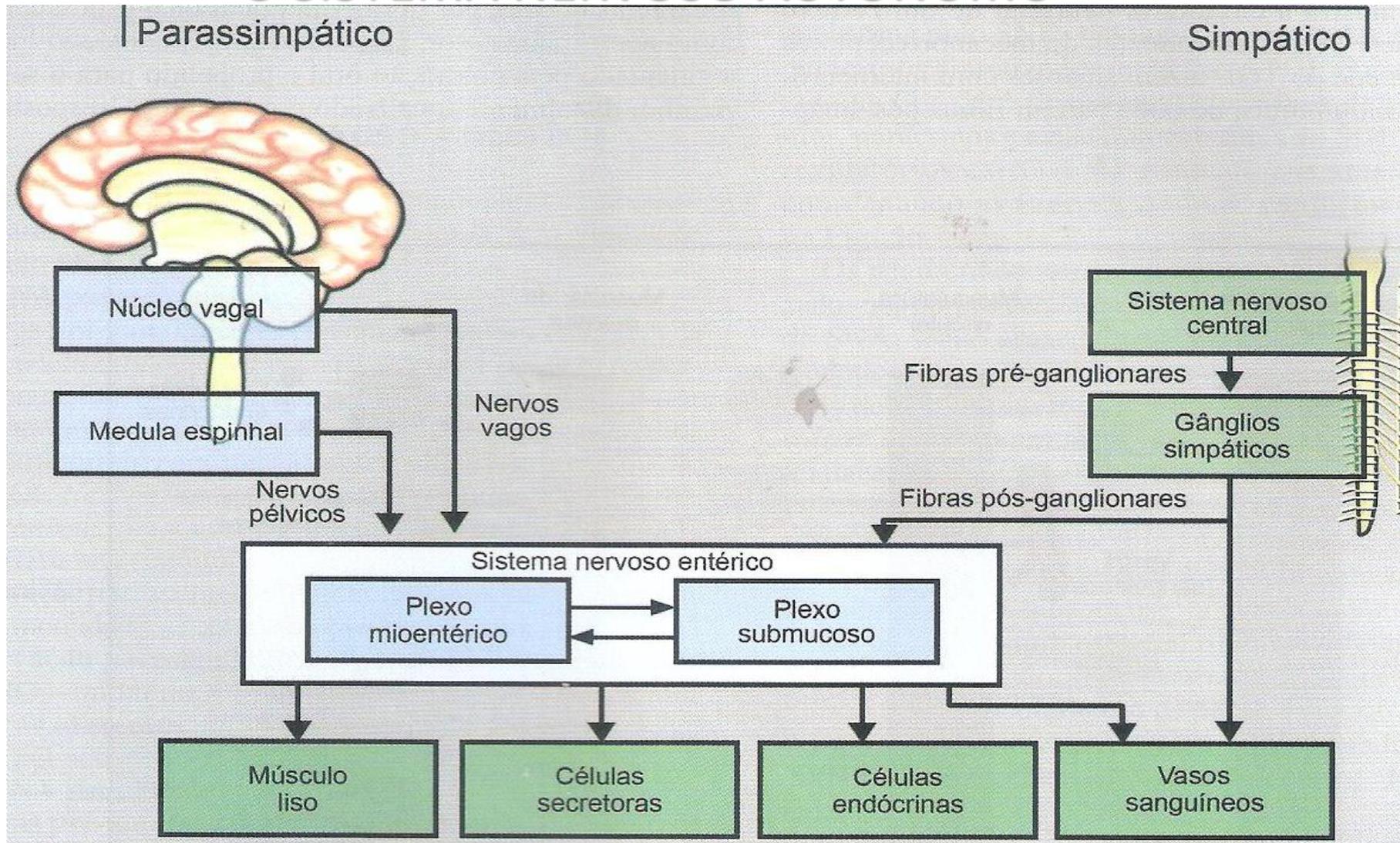


# REFLEXO CURTO OU INTRAMURAL NO SGI

É a resposta aferente e eferente dos plexos mioentéricos e submucosos a partir do estímulo sensorial (mecano-químico ou osmo) localizado na parede do TGI



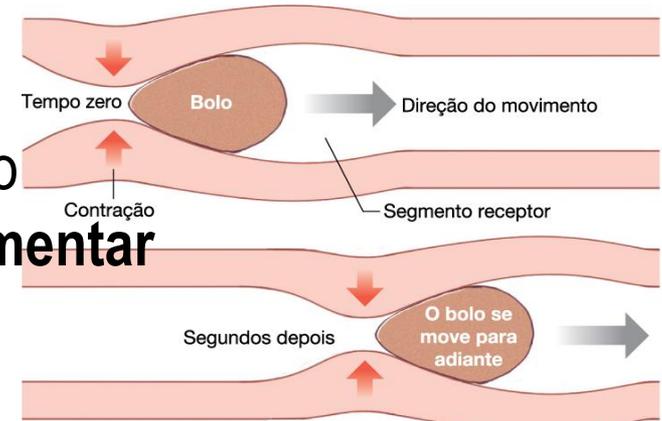
# SISTEMA NERVOSO ENTÉRICO E SUA RELAÇÃO COM O SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO



# MOVIMENTOS DO TRATO GASTROINTESTINAL

## Peristalse (movimento propulsivo)

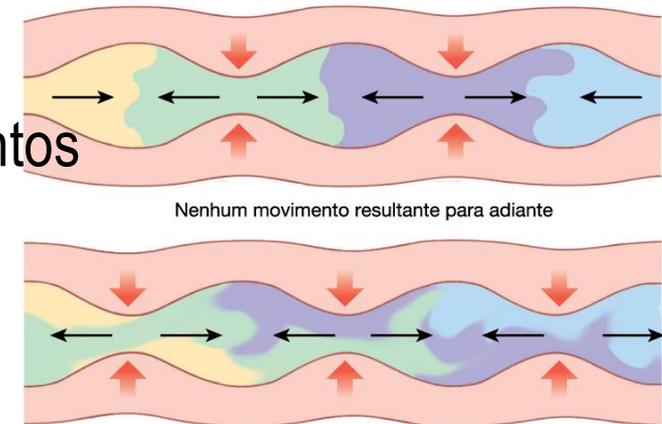
- Contração do músculo liso atrás do bolo
- **Progressão cefalocaudal do bolo alimentar**



(a) As contrações peristálticas são responsáveis pelo movimento para adiante.

## Segmentação

- Contrações alternadas pequenos segmentos
  - Mistura e trituração do bolo alimentar
- Digestão mecânica**

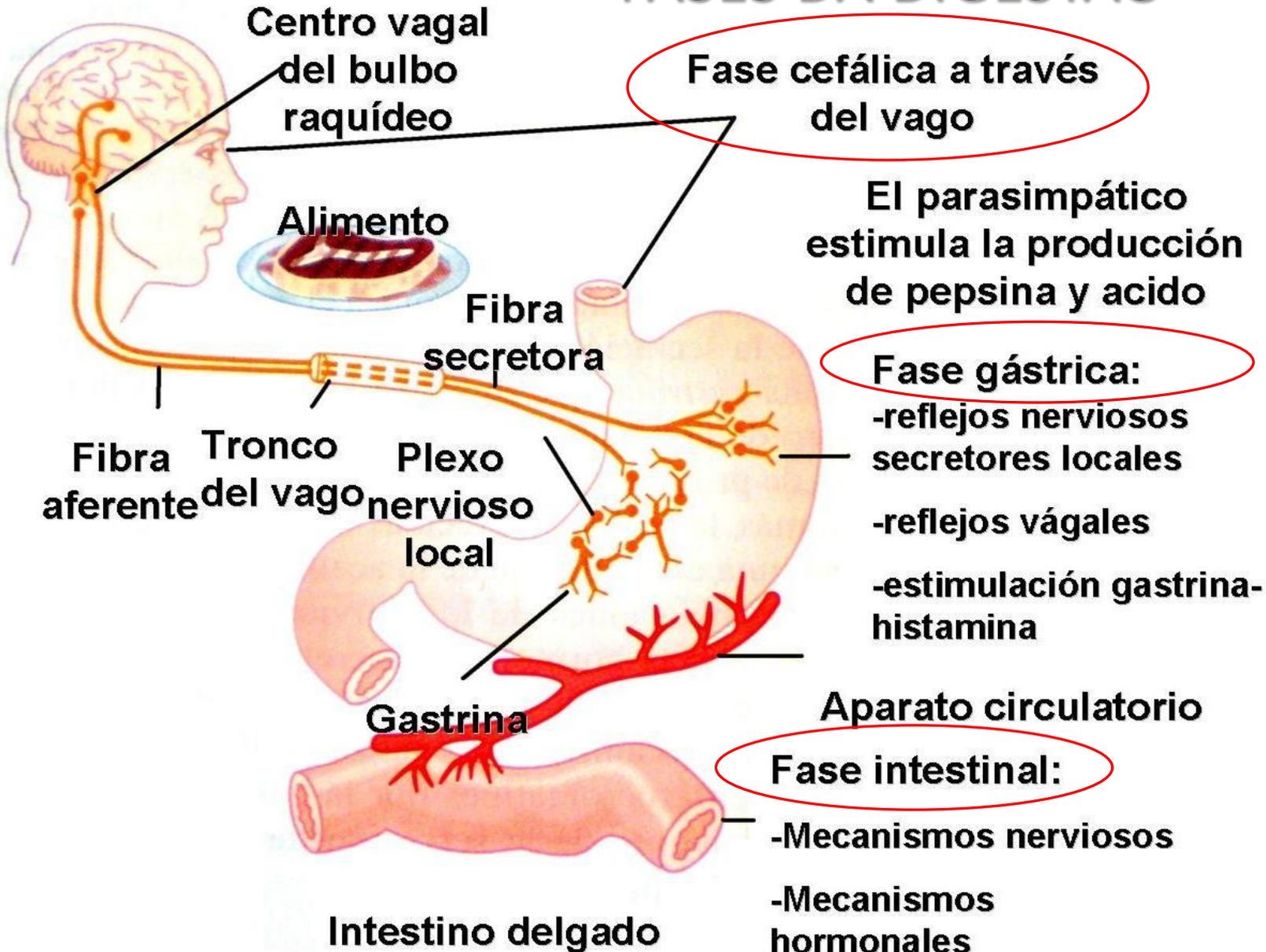


(b) As contrações segmentares são responsáveis pela mistura.

## Complexo de Migração Motora (CMM)

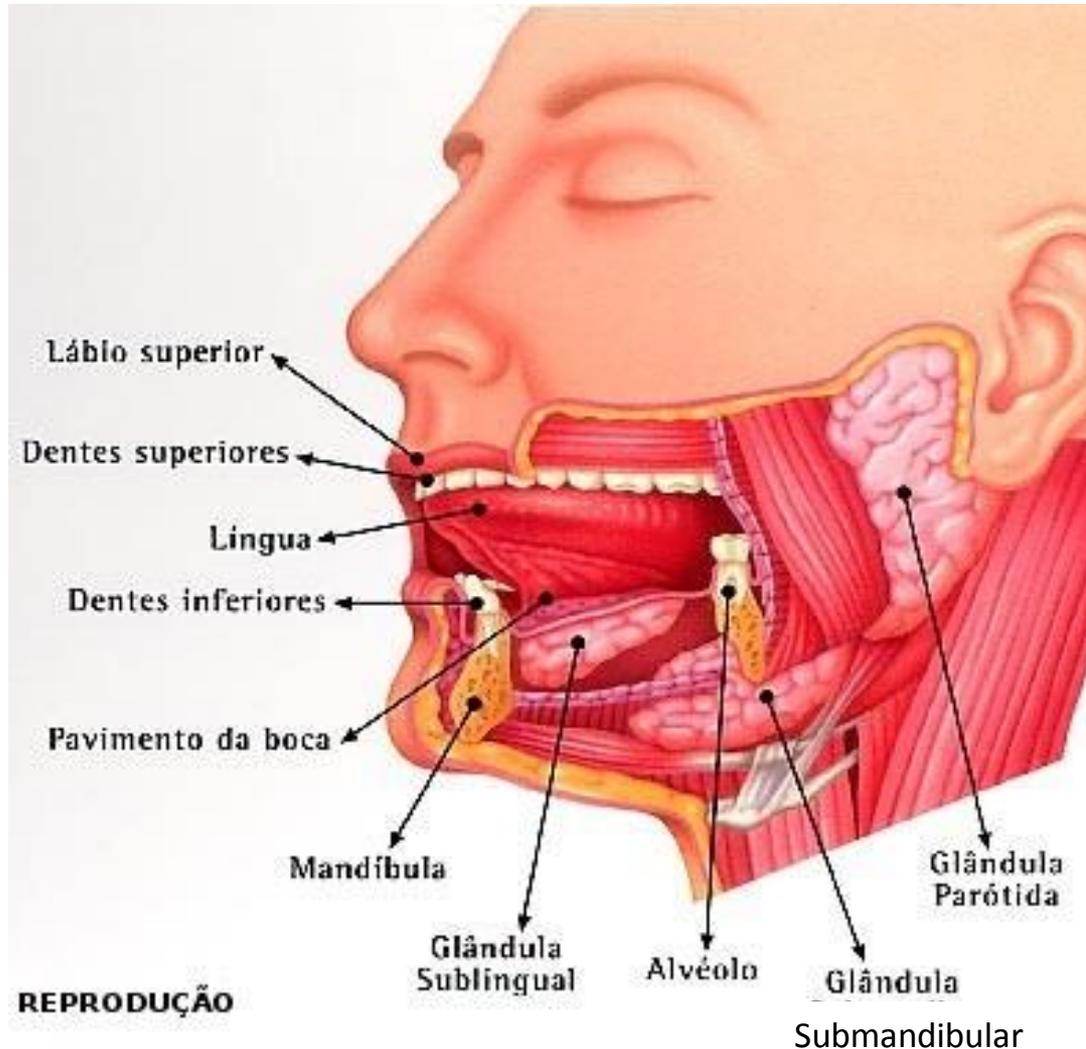
Fonte: SILVERTHORN (2010)

# FASES DA DIGESTÃO



# FASE CEFÁLICA DA DIGESTÃO

## Cavidade oral



## Saliva

água, íons, muco e proteínas

## Amilase salivar (Ptialina)

quebra do amido em maltose

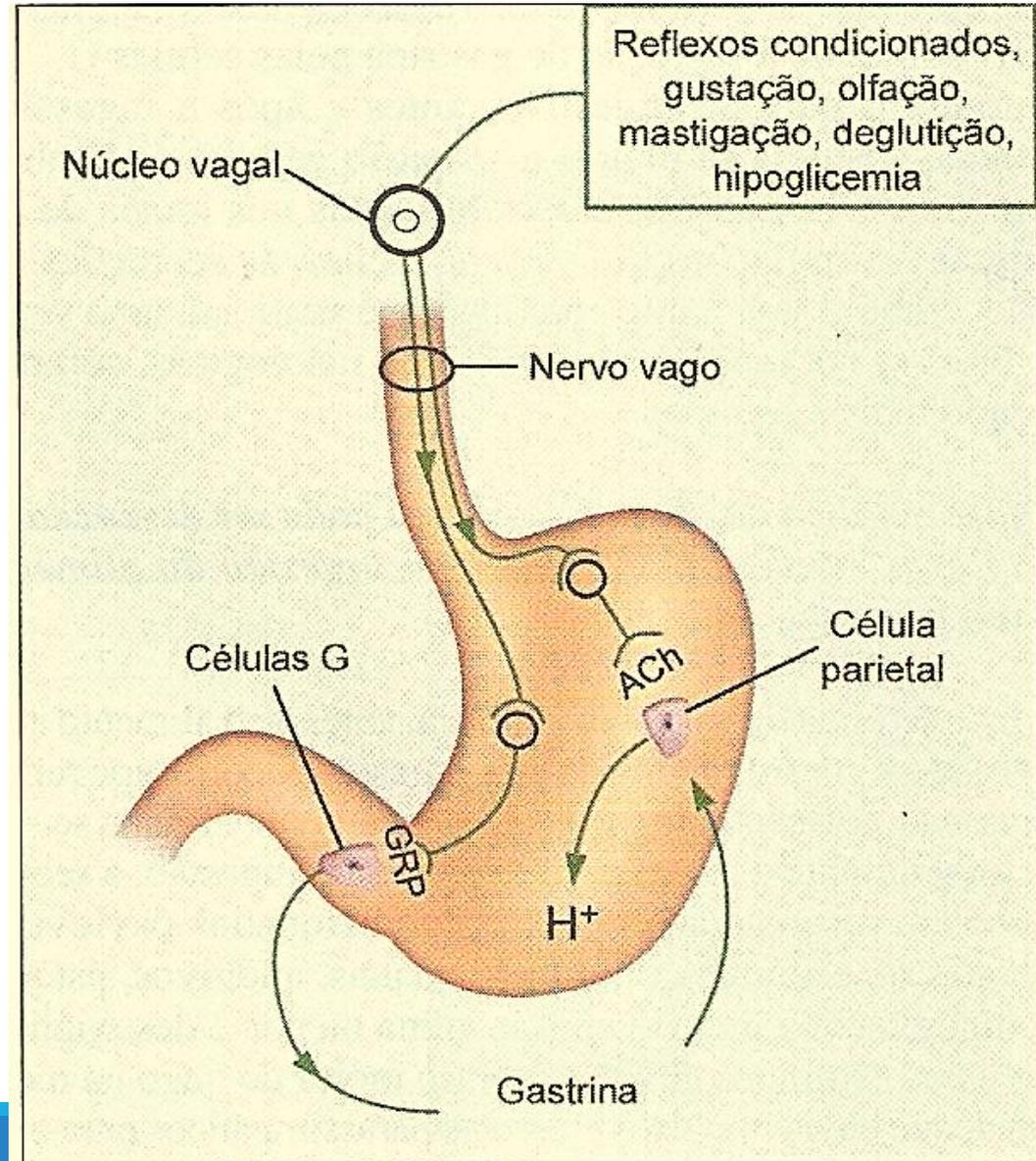
Lisozima e  
imunoglobulinas  
bactericida

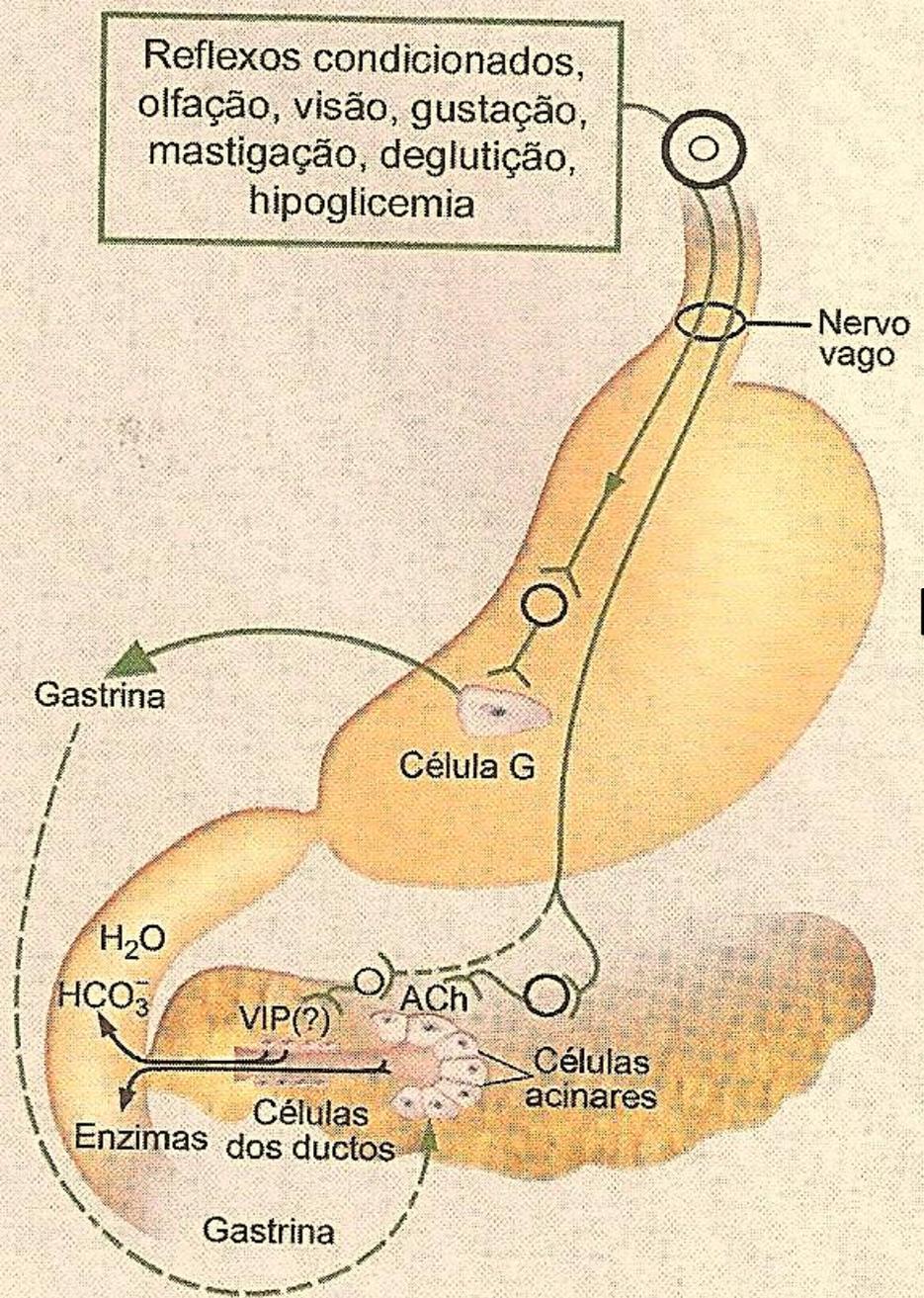
# MECANISMOS NEURO-HORMONAIS REGULADORES DA FASE CEFÁLICA DA DIGESTÃO: ESTÔMAGO

SNA  
Reflexo Longo Vago-Vagal

GRP  
Peptídeo liberador de gastrina

Fonte: CURI & PROCÓPIO (2009)





## MECANISMOS NEURO- HORMONAIS REGULADORES DA FASE CEFÁLICA DA DIGESTÃO: INTESTINO

VIP – Peptídeo vasoativo intestinal  
Aumenta a motilidade intestinal

# FUNÇÃO DIGESTÓRIA DA BOCA

- Via de ingresso do alimento
- Função mastigatória
- Sucção
- Deglutição
- Secreção salivar
- Sensações de fome e sede

## CAVIDADE ORAL

Trituração (mastigação): Reflexo de natureza alimentar

## ATUAÇÃO DA SALIVA

secreção basal = 1ml/min. (1,2 L dia)

**SOLVENTE – ENZIMÁTICA – PROTETORA**

SUCÇÃO = fenômeno nato

MASTIGAÇÃO = adquirido



# CARACTERÍSTICAS DA SALIVA HUMANA

Hipotônica em relação ao plasma

Elevada [ ] de bicarbonato

pH próximo de 8,0

Fluxo elevado – 1 a 1,5 litros\dia

Parassimpático aumenta secreção, estímulos psíquicos, reflexos condicionados, olfação, gustação, audição e ânsia de vômito

Medo, fadiga e sono diminuem o fluxo salivar

# FASES MECÂNICAS DA MASTIGAÇÃO

Incisão (dentes incisivos)

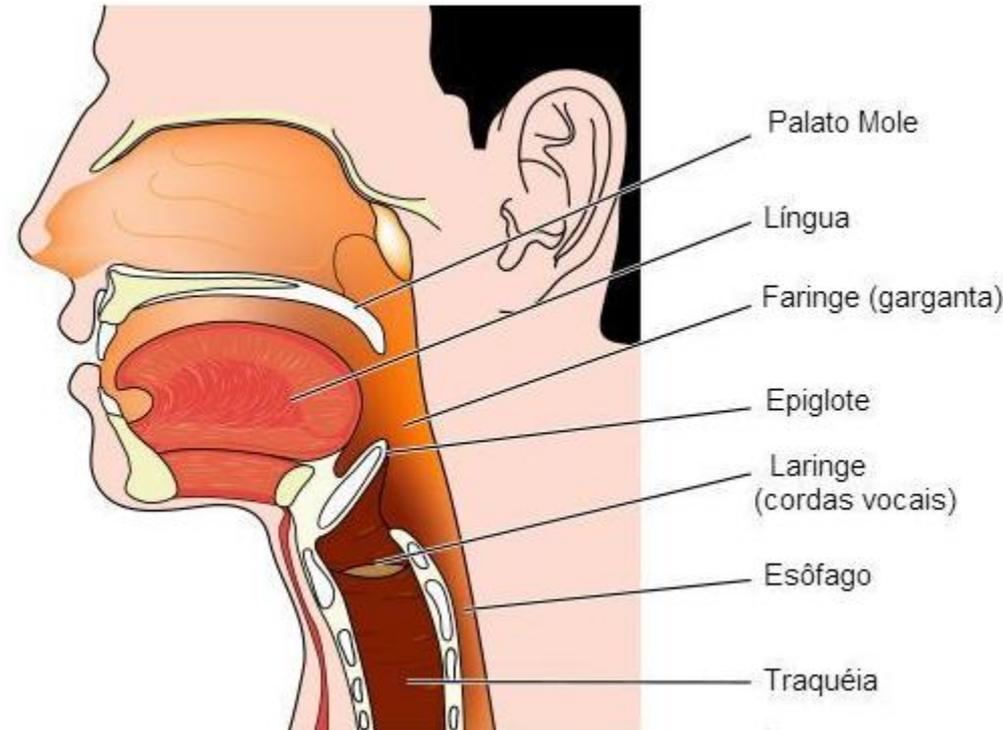
Trituração (dentes pré-molares)

Pulverização (dentes molares)

Obs.: ocorre secreção salivar simultaneamente as  
três fases

# DEGLUTIÇÃO É A TRANSFERÊNCIA DO CONTEÚDO INTRA-ORAL PARA A REGIÃO DA FARINGE

É uma **ação reflexa** do bolo alimentar no palato mole onde ocorre o fechamento da laringe pela epiglote

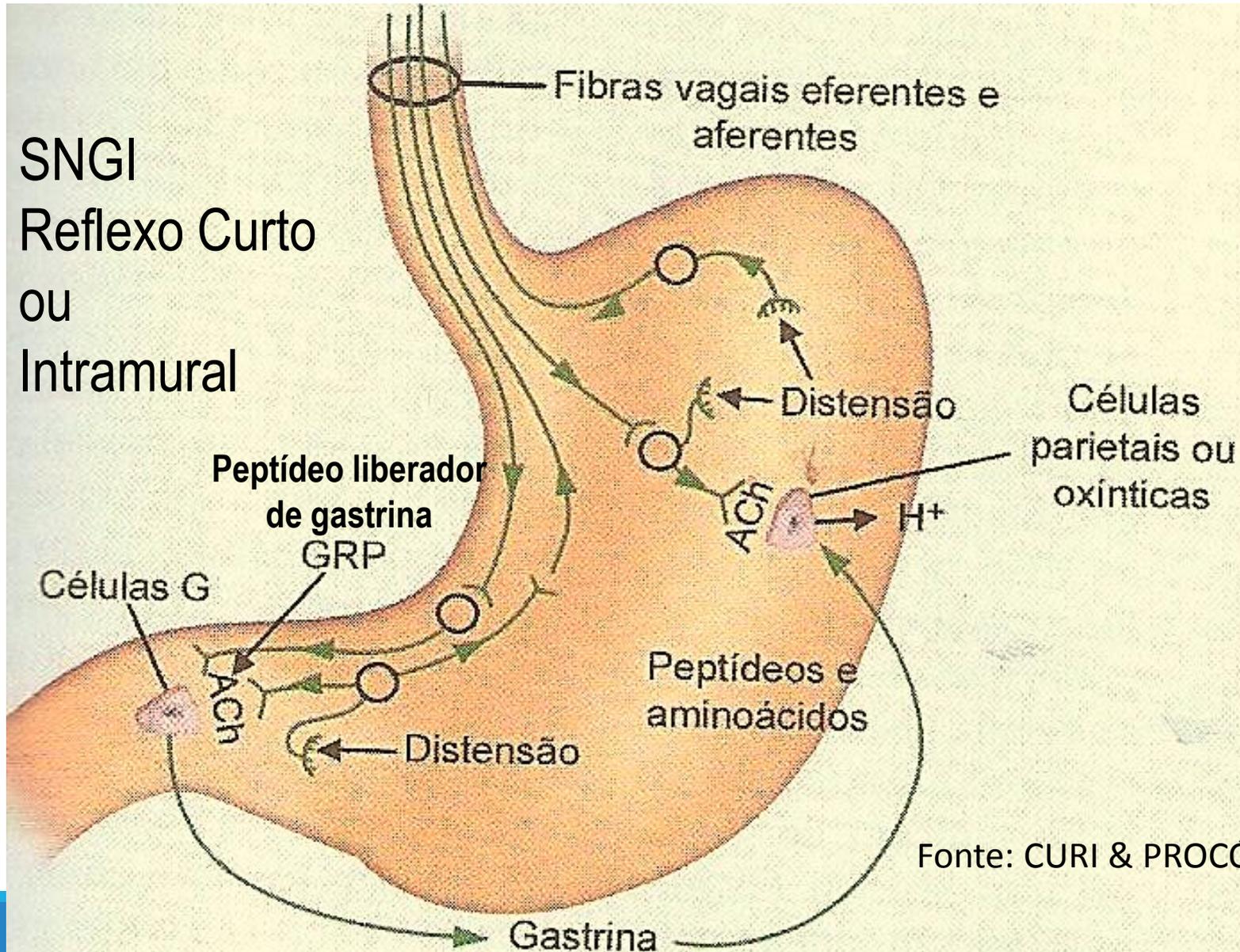


Esfíncter esofágico proximal (anterior): tensão muscular elevada

Esfíncter esofágico distal (inferior): contração tônica (vagal) e relaxamento na deglutição (parassimpáticos não colinérgicos com ação de **óxido nítrico** e **peptídio vasoativo intestinal - VIP**)

# REGULAÇÃO NEURO-HORMONAL DA FASE GÁSTRICA DA SECREÇÃO DO ESTOMAGO

SNGI  
Reflexo Curto  
ou  
Intramural



Fonte: CURI & PROCÓPIO (2009)

# SECREÇÕES DO TRATO GASTROINTESTINAL

## ÍONS E H<sub>2</sub>O

7 litros de íons Na<sup>+</sup> , K<sup>+</sup> , Cl<sup>-</sup> , HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e H<sup>+</sup>

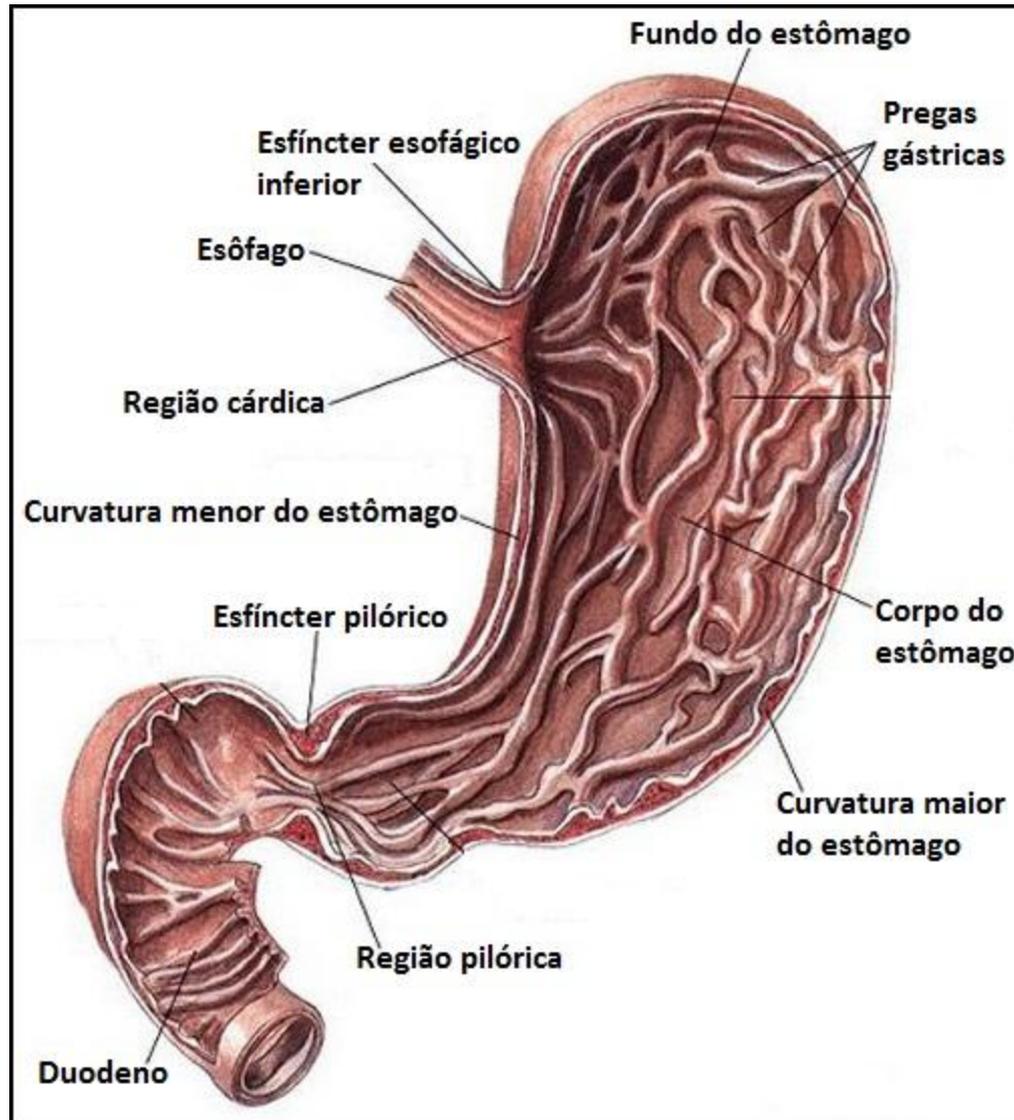
### **Secreção ácida - Estômago**

- Células parietais para o lúmen pH = 1

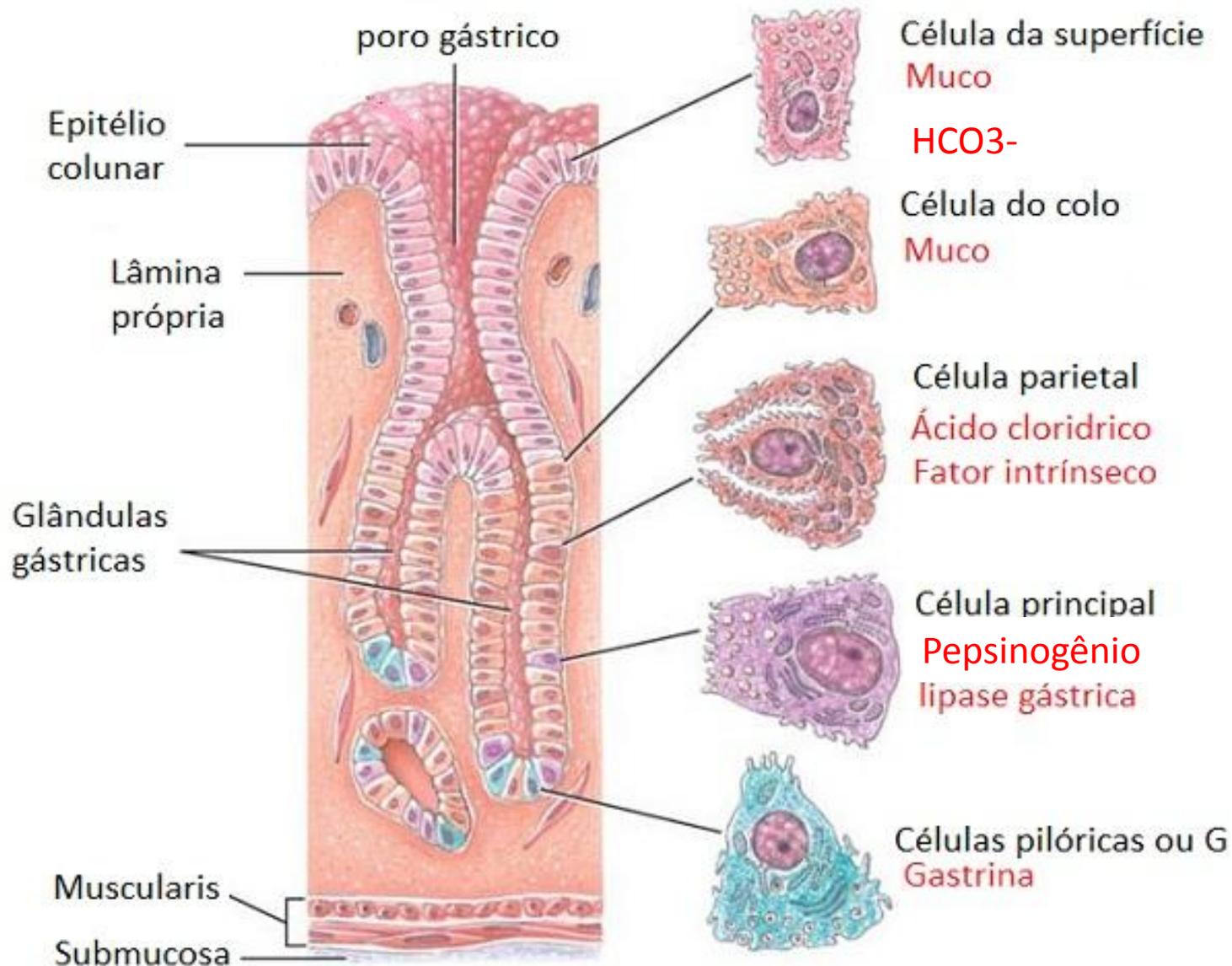
### **Secreção bicarbonato – Intestino e Pâncreas**

- No duodeno com ação neutralizante do ácido gástrico

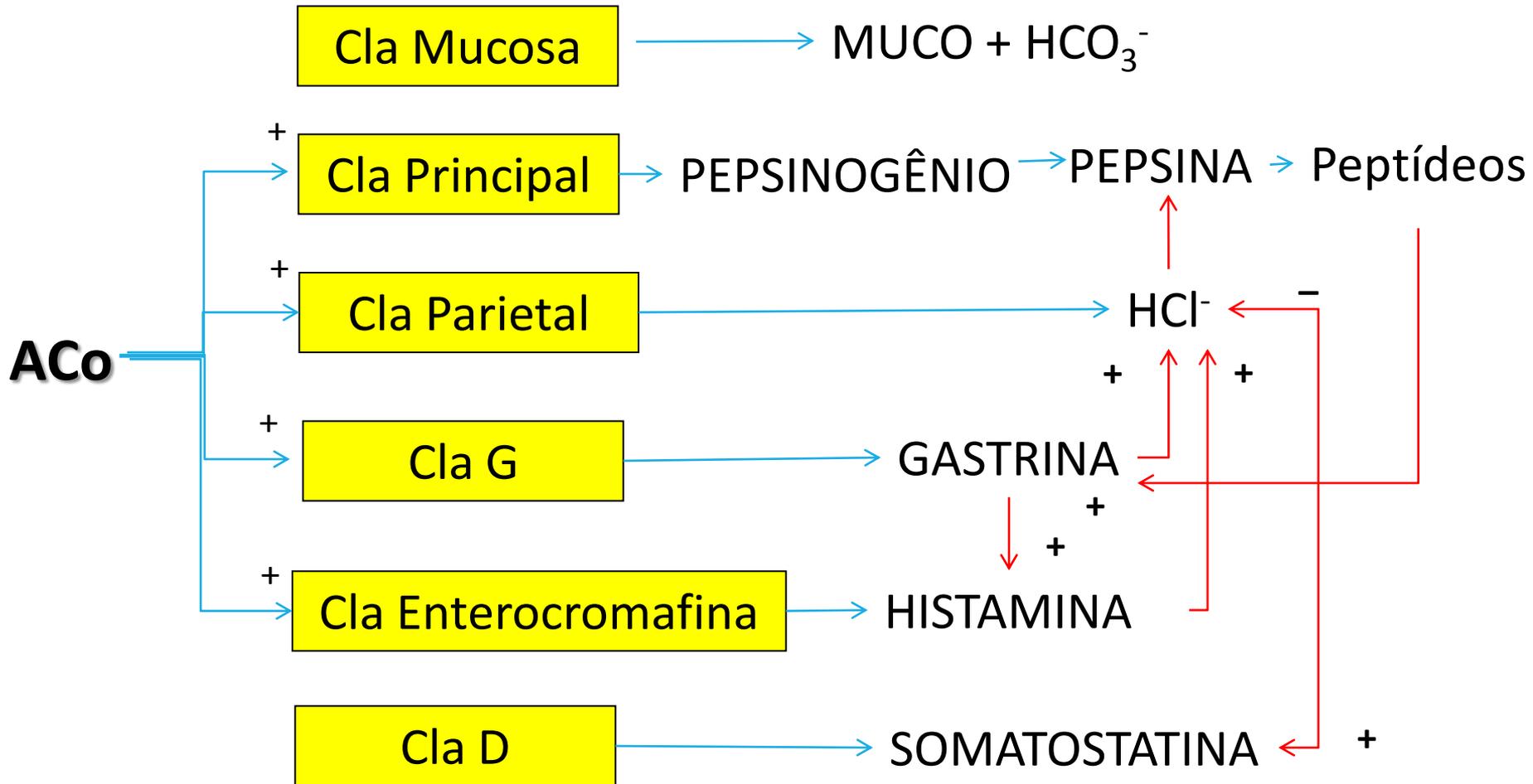
# REGIÕES DO ESTÔMAGO E O ASPECTO DE SUA PAREDE INTERNA



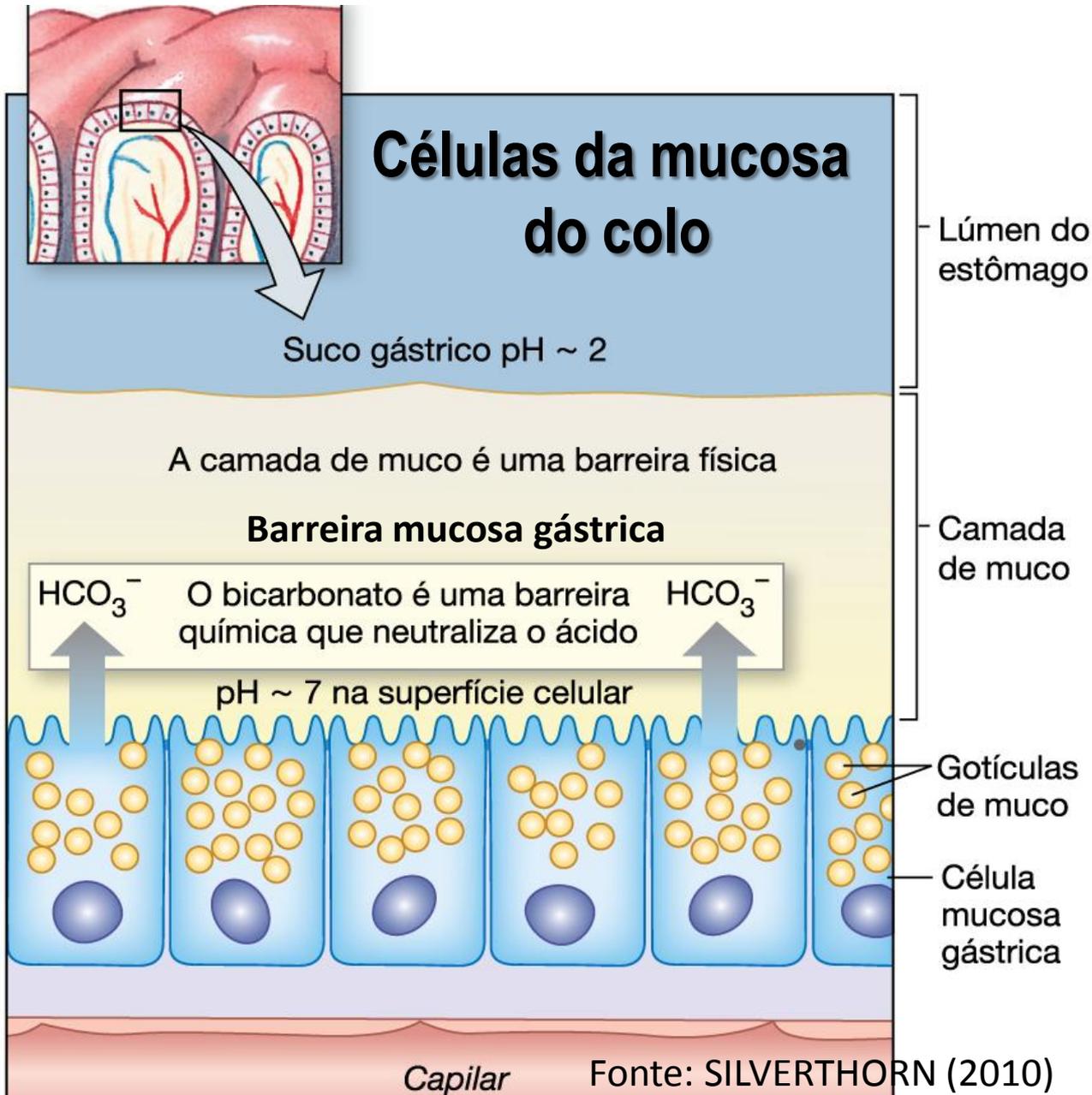
# SUBSTÂNCIAS PRODUZIDAS NO ESTOMAGO E SUAS CÉLULAS



# CÉLULAS DA SECREÇÃO GÁSTRICA



# CÉLULAS SECRETORAS DA MUCOSA GÁSTRICA

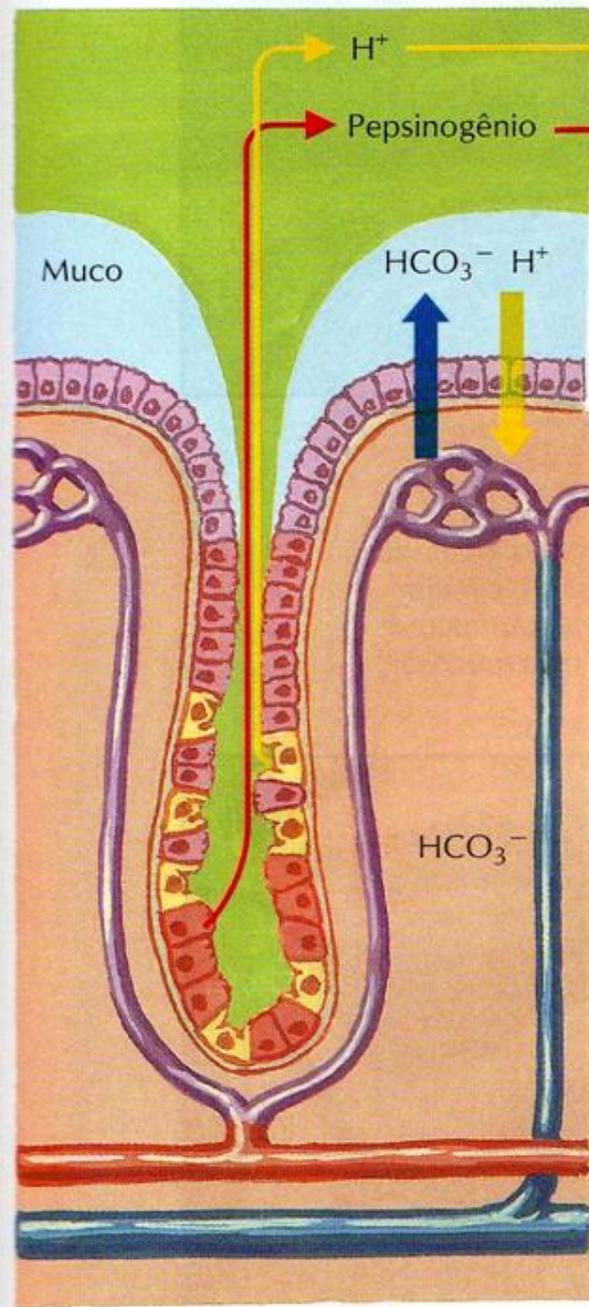


**Tipo de secreção:**  
muco e bicarbonato

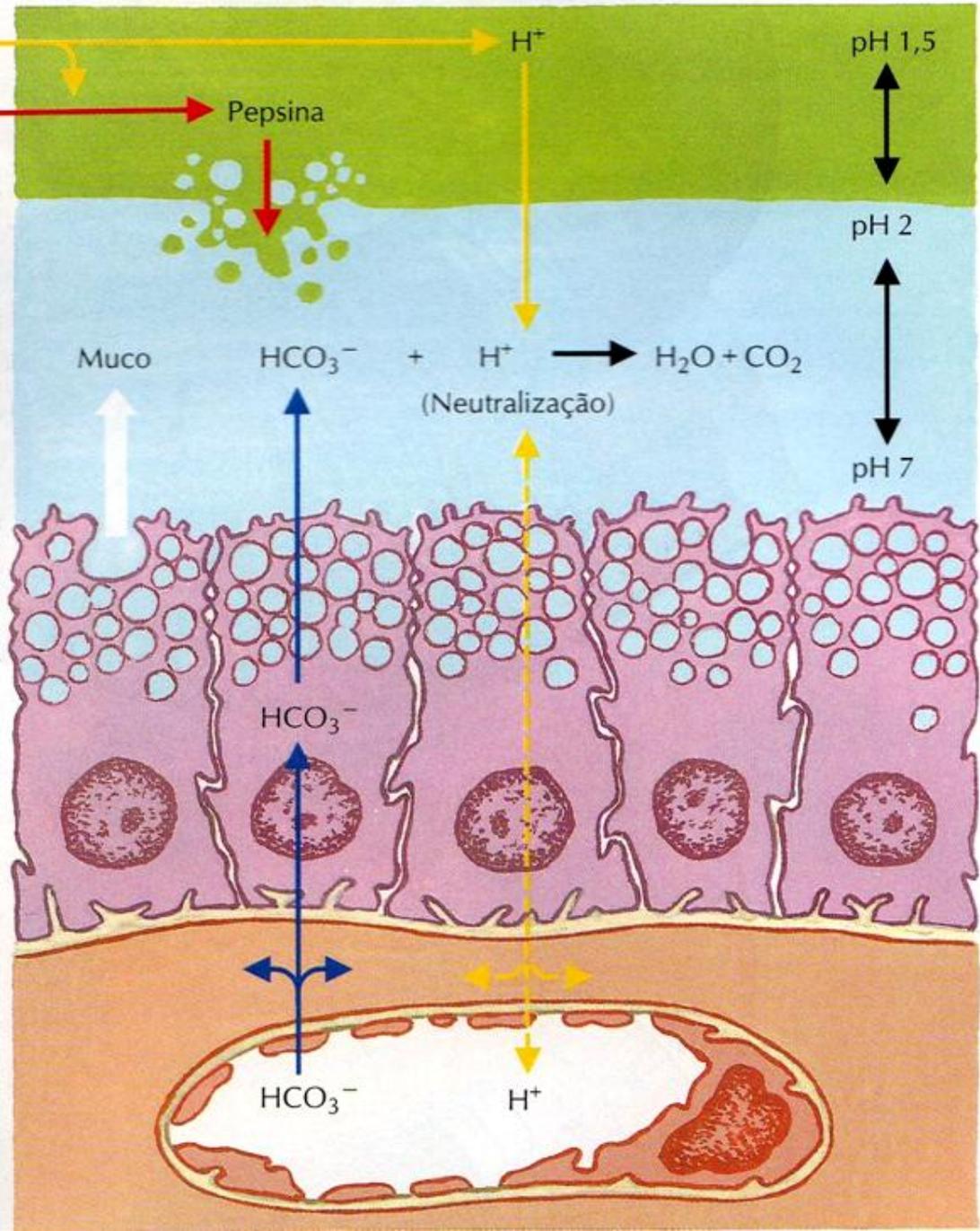
**Estímulo liberação:**  
secreção tônica e  
irritação da mucosa

**Função:**  
barreira física entre o  
lúmen e o epitélio e  
tamponamento do  
ácido gástrico

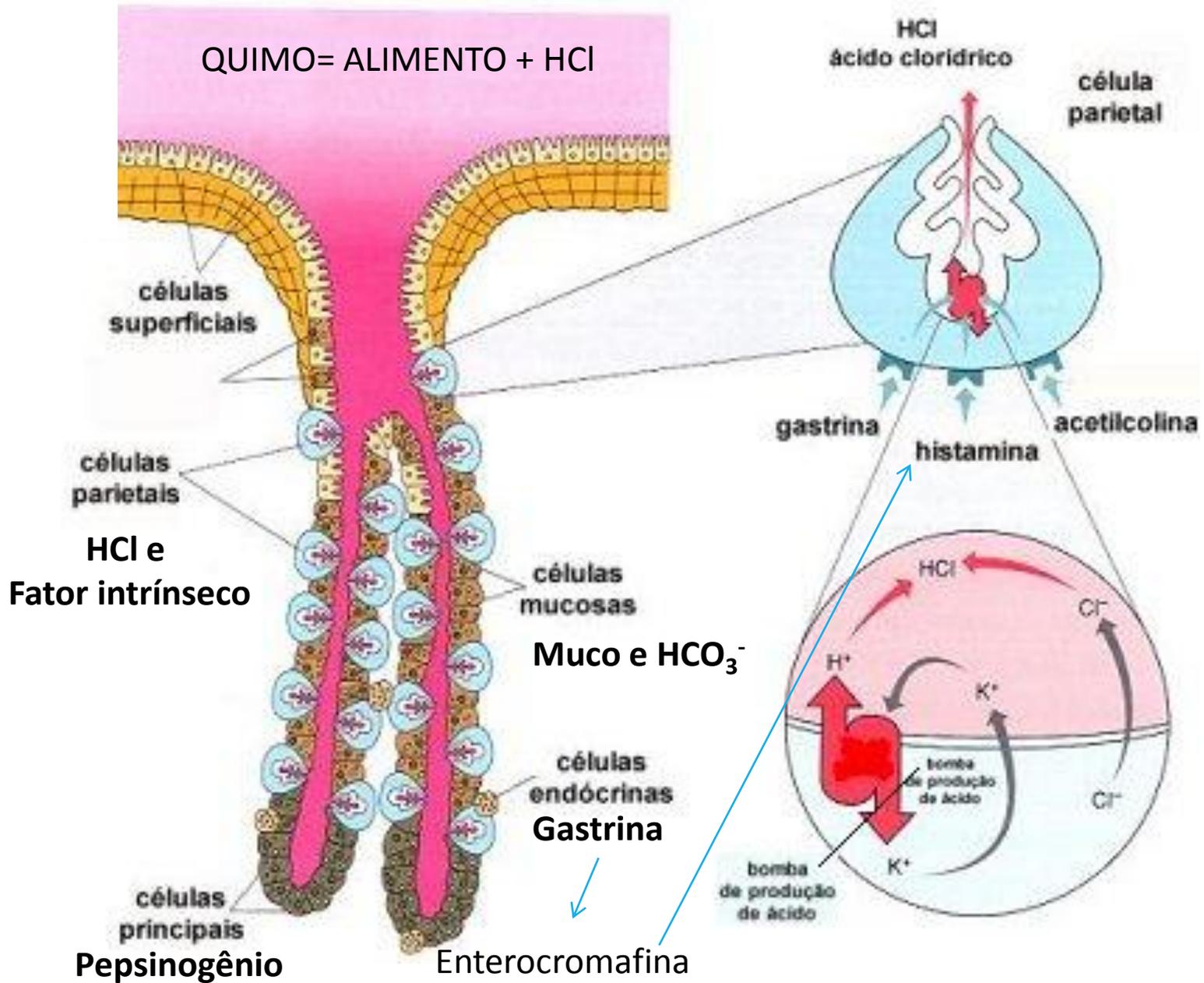
# Mecanismos de Defesa da Mucosa



# Mecanismos Mucosos



QUIMO= ALIMENTO + HCl



HCl e  
Fator intrínseco

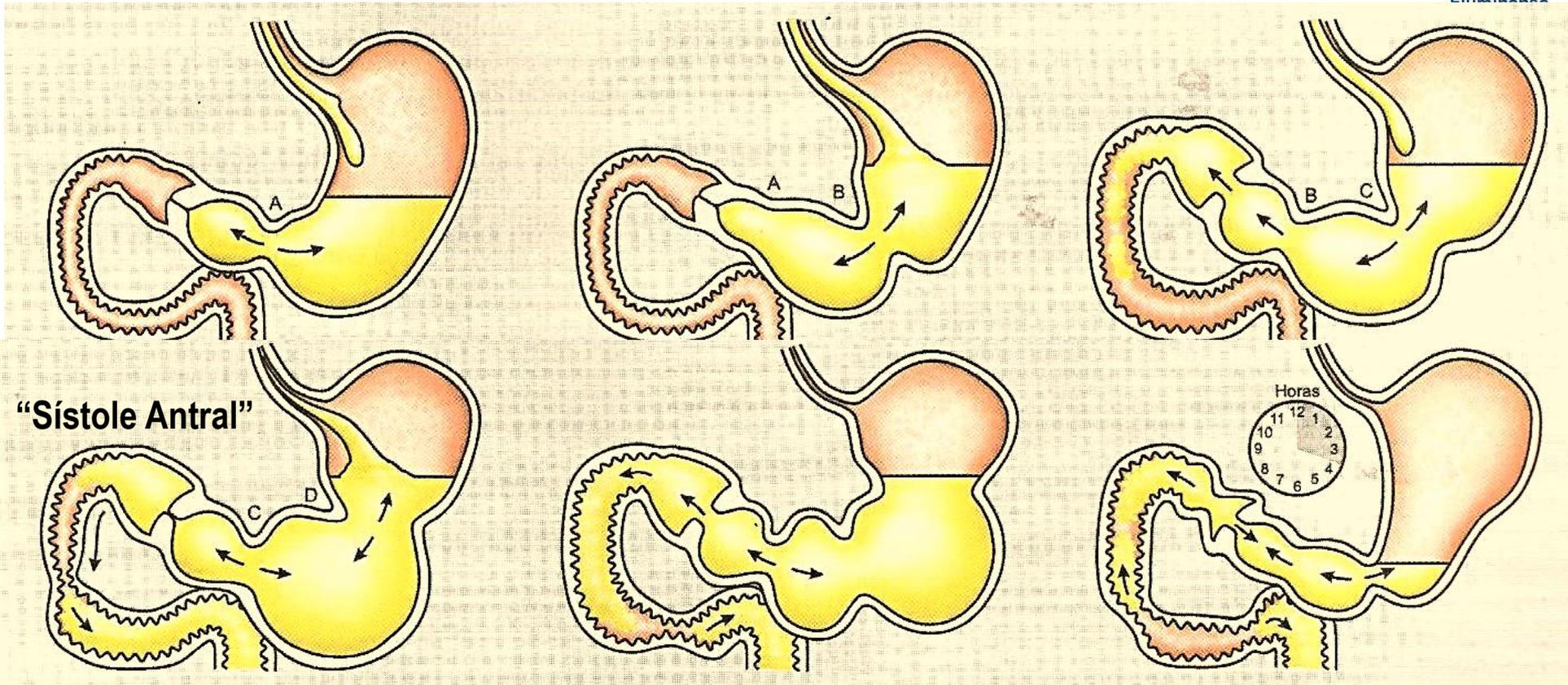
Muco e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Gastrina

Pepsinogênio

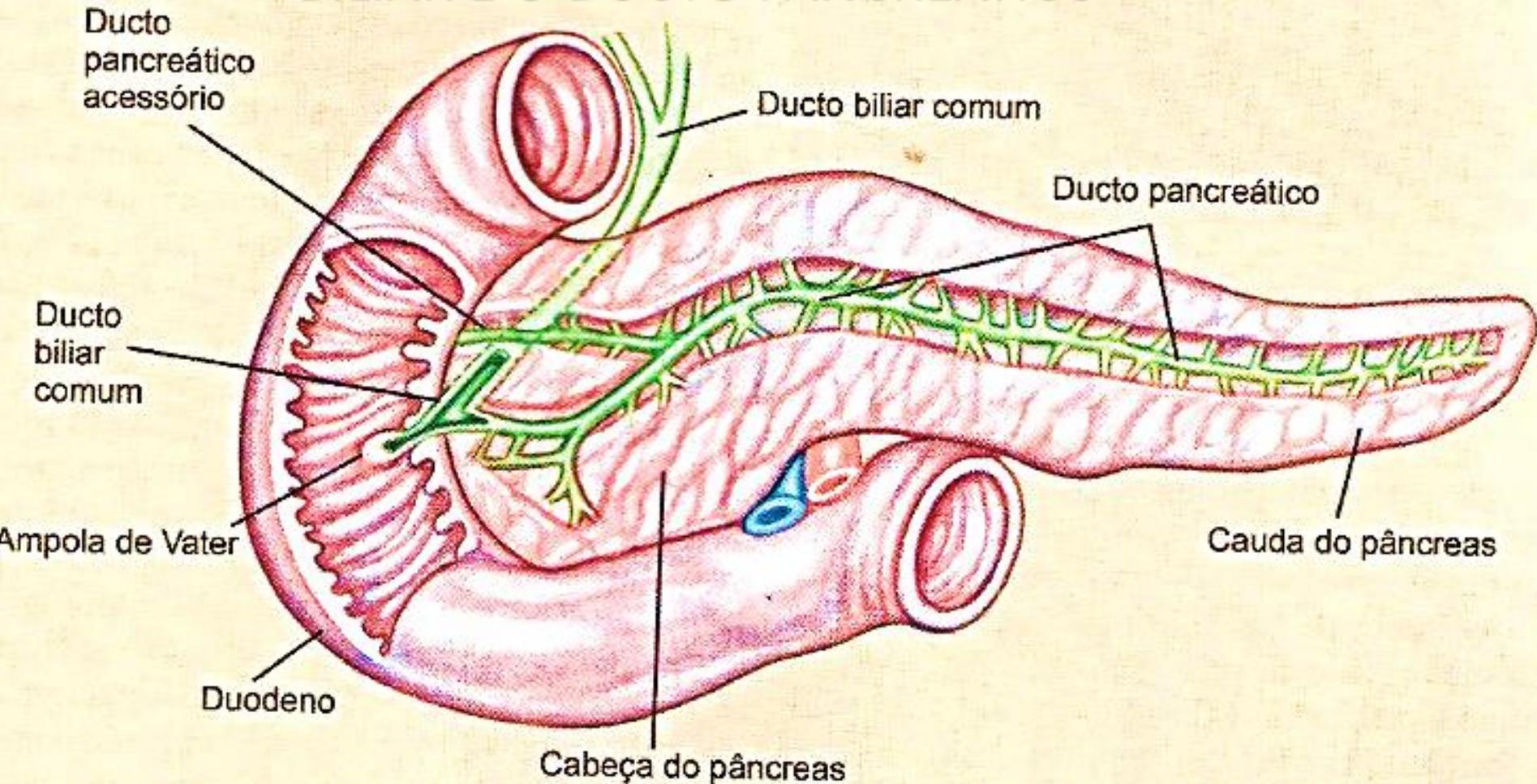
Enterocromafina

# MOTILIDADE GÁSTRICA : Digestão de 3 a 5 horas



Secreção glandular, Adrenalina e Aco promovem a contração do piloro  
**Quimo tamponado e isotônico é fator de relaxamento do piloro**  
Complexo Migratório Mioelétrico – CMM – “limpeza gástrica”  
É a retirada de todo conteúdo do órgão. Tem duração de 10 minutos

# RELAÇÃO ANATÔMICA ENTRE O DUODENO O DUCTO BILIAR E O DUCTO PANCREÁTICO



Secreção exógena do pâncreas formada pelo componente protéico e componente aquoso

# FASE INTESTINAL

Passagem do quimo pela abertura do esfíncter pilórico

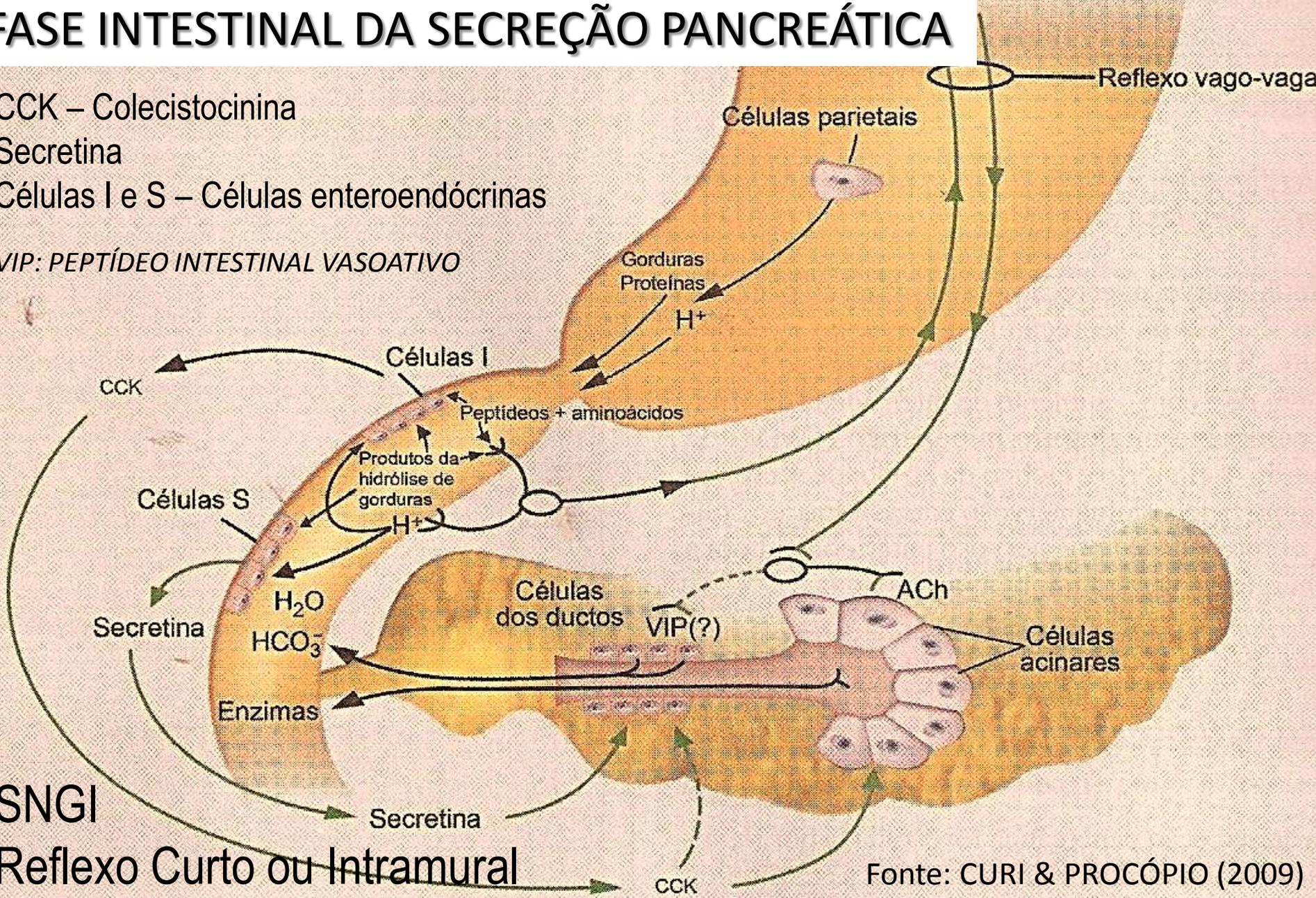
## **Intestino delgado: maior parte da digestão e da absorção**

- Padrão de motilidade é a segmentação otimizando a digestão.
- Secreção de bicarbonato pelo pâncreas e células do duodeno
- Secreção de muco – células caliciformes
- Adição do suco pancreático, secreção exógena do pâncreas
- Adição da bile secretada pela vesícula biliar e produzida no fígado
- Complexo Migratório Mioelétrico (CMM) tem função de faxina e de prevenção da migração bacteriana para as porções proximais do delgado

# FASE INTESTINAL DA SECREÇÃO PANCREÁTICA

CCK – Colecistocinina  
Secretina  
Células I e S – Células enteroendócrinas

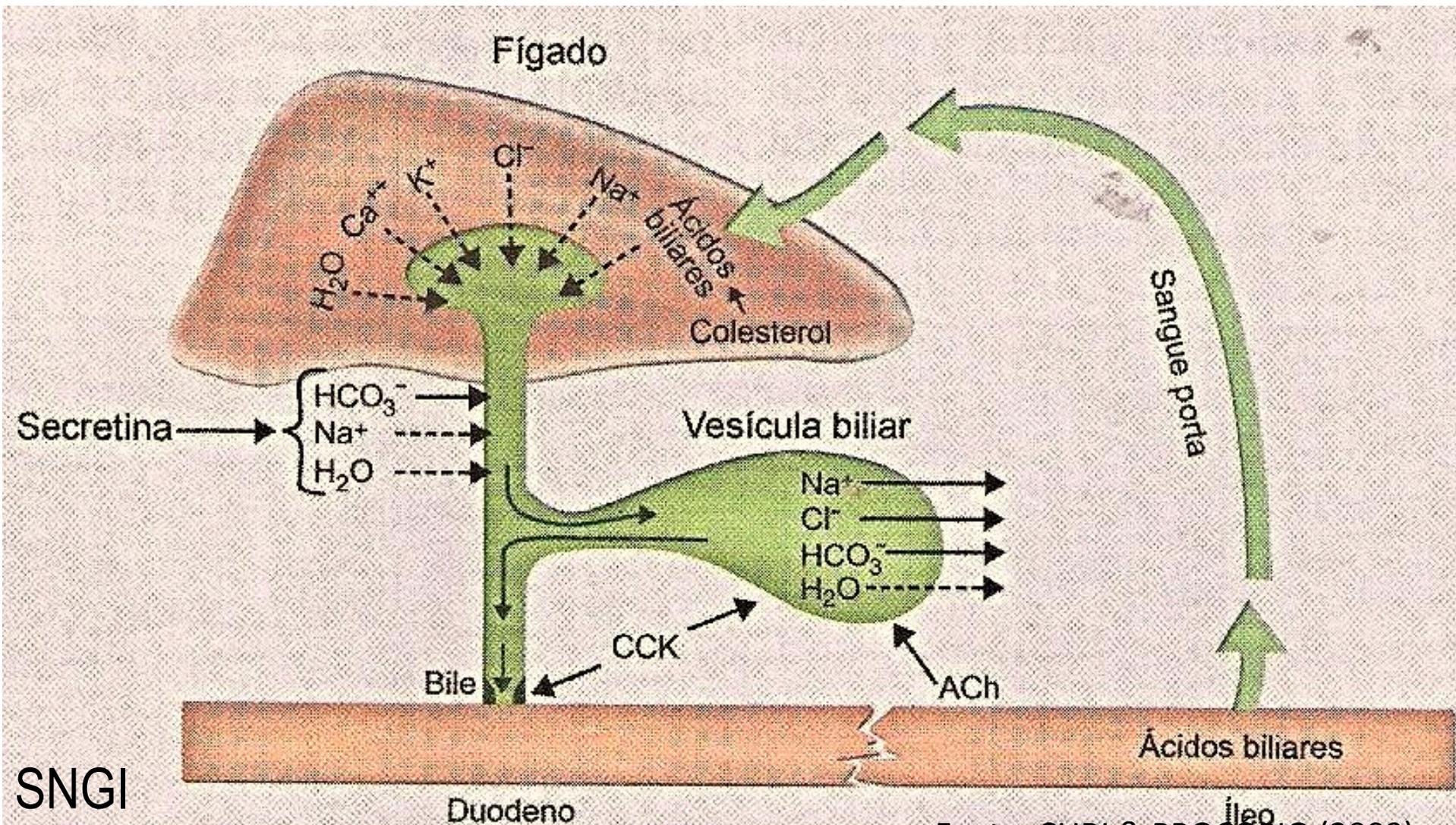
VIP: PEPTÍDEO INTESTINAL VASOATIVO



SNGI  
Reflexo Curto ou Intramural

Fonte: CURI & PROCÓPIO (2009)

# AÇÃO DA SECRETINA E COLECISTOCININA (CCK) NOS DUCTOS BILIARES

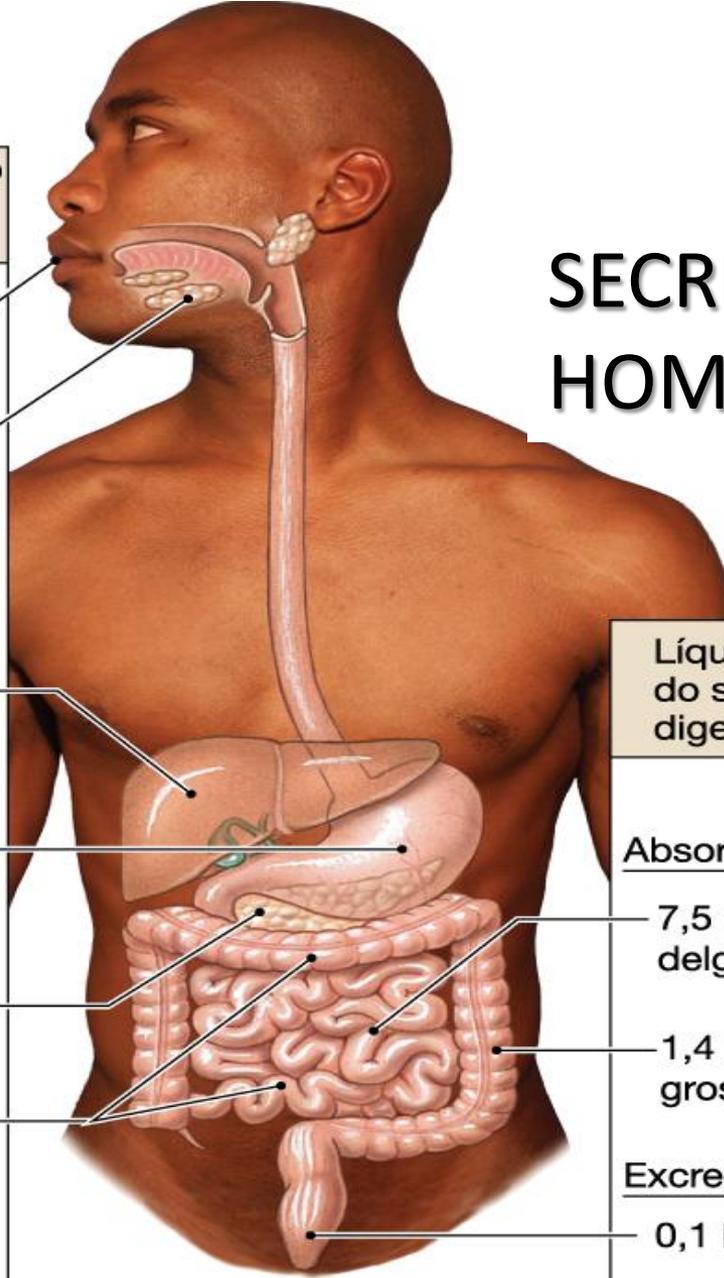


SNGI  
Reflexo Curto ou Intramural

Fonte: CURI & PROCÓPIO (2009)

# SECREÇÃO/ABSORÇÃO HOMEOSTASE DOS LÍQUIDOS

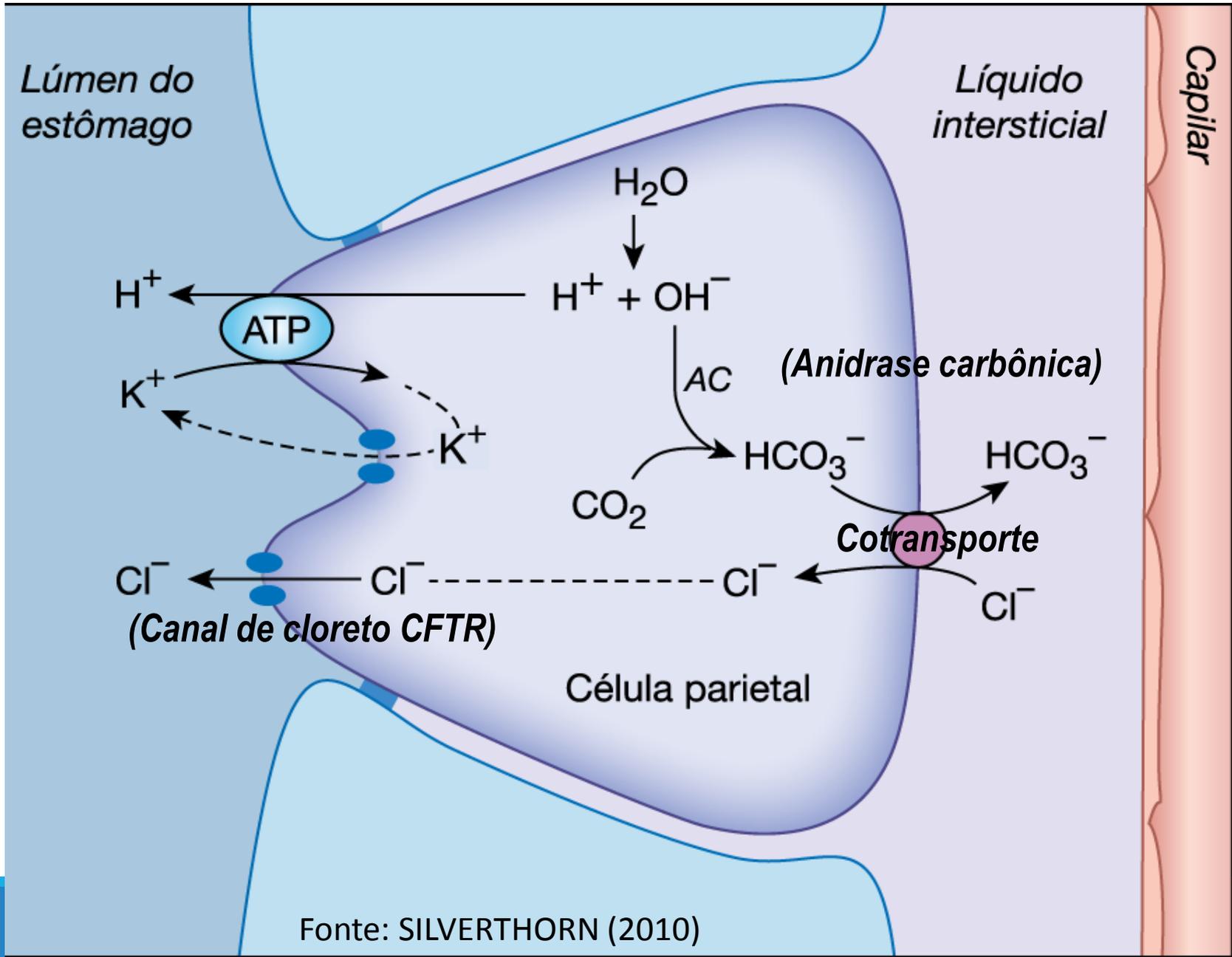
<b>Entrada de líquido no sistema digestório</b>
<u>Ingestão</u> 2,0 L alimento e bebida
<u>Secreção</u> 1,5 L saliva (glândulas salivares)
0,5 L bile (fígado)
2,0 L secreções gástricas
1,5 L secreções pancreáticas
1,5 L secreções intestinais
<b>9,0 L Entrada total no lúmen</b>



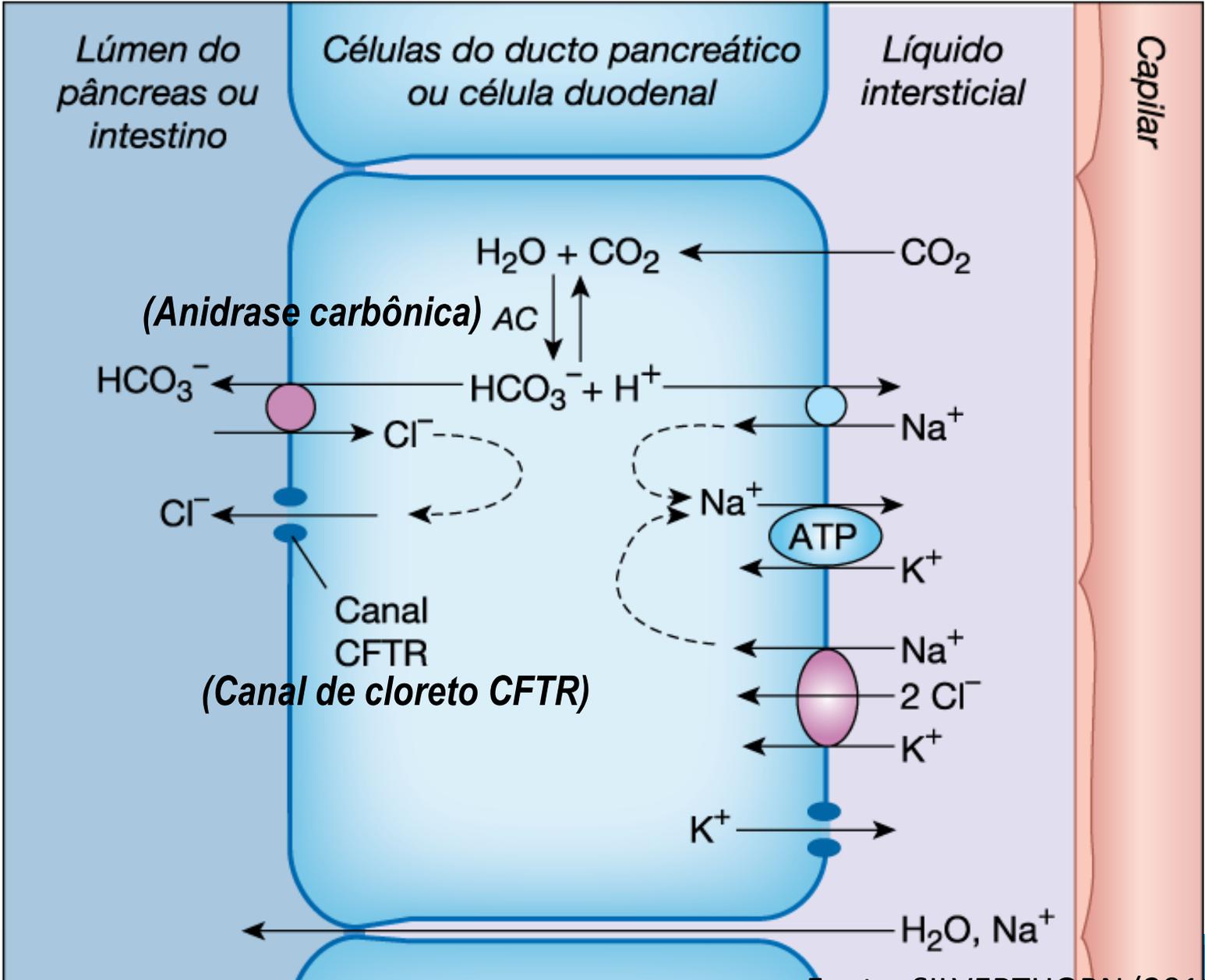
<b>Líquido removido do sistema digestório</b>
<u>Absorção</u> 7,5 L do intestino delgado 1,4 L do intestino grosso
<u>Excreção</u> 0,1 L nas fezes
<b>9,0 L removidos do lúmen</b>

Fonte: SILVERTHORN (2010)

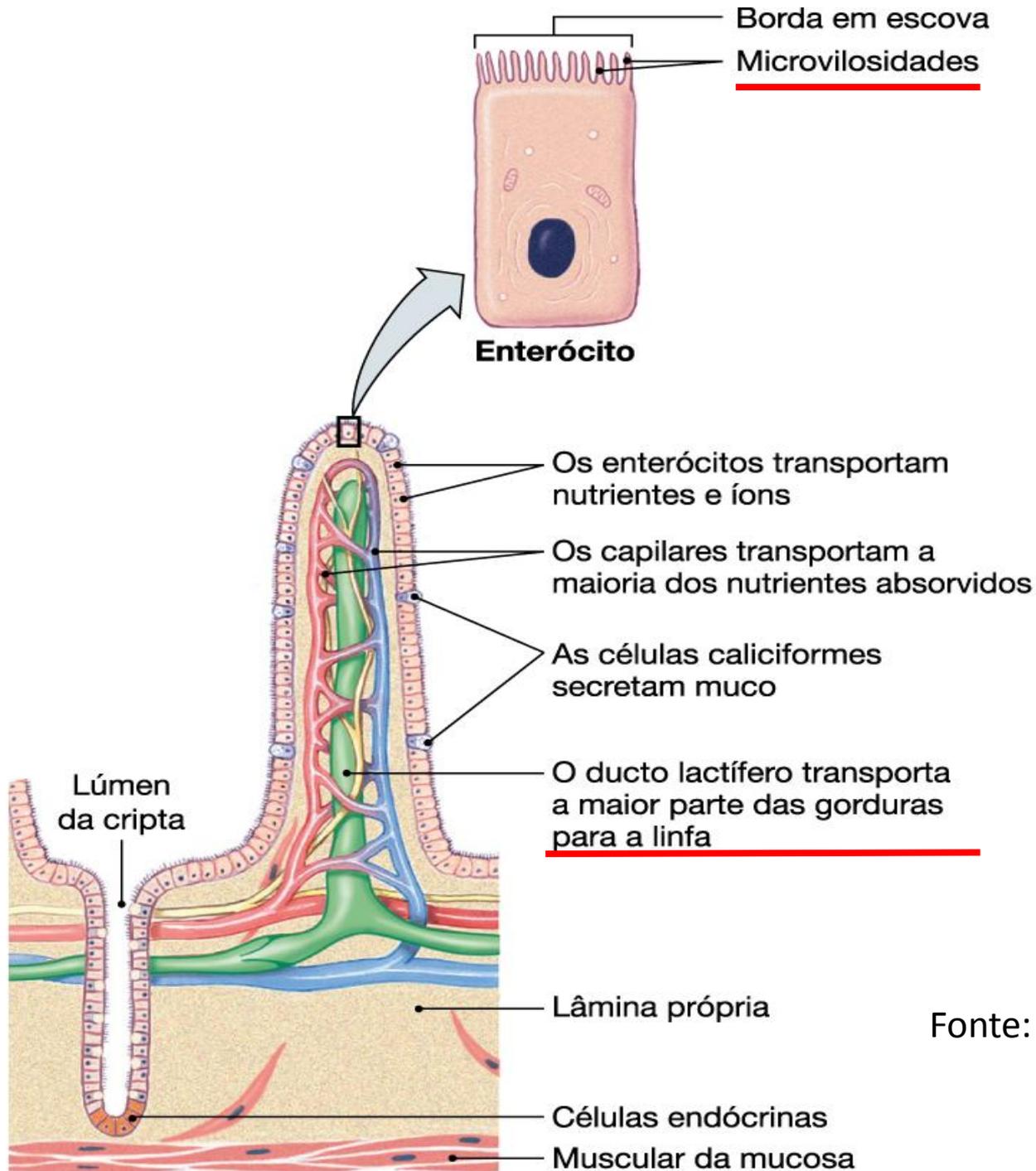
# ACIDIFICAÇÃO NO LÚMEN – ALCALINIZAÇÃO NO SANGUE



# ALCALINIZAÇÃO NO LÚMEN – ACIDIFICAÇÃO NO SANGUE



Fonte: SILVERTHORN (2010)



## FASE INTESTINAL

A motilidade é lenta para que ocorra a mistura e a absorção do quimo pelos enterócitos

Fonte: SILVERTHORN (2010)

# FASE INTESTINAL

Carboidratos: monossacarídeos

Proteínas: aminoácidos e peptídeos

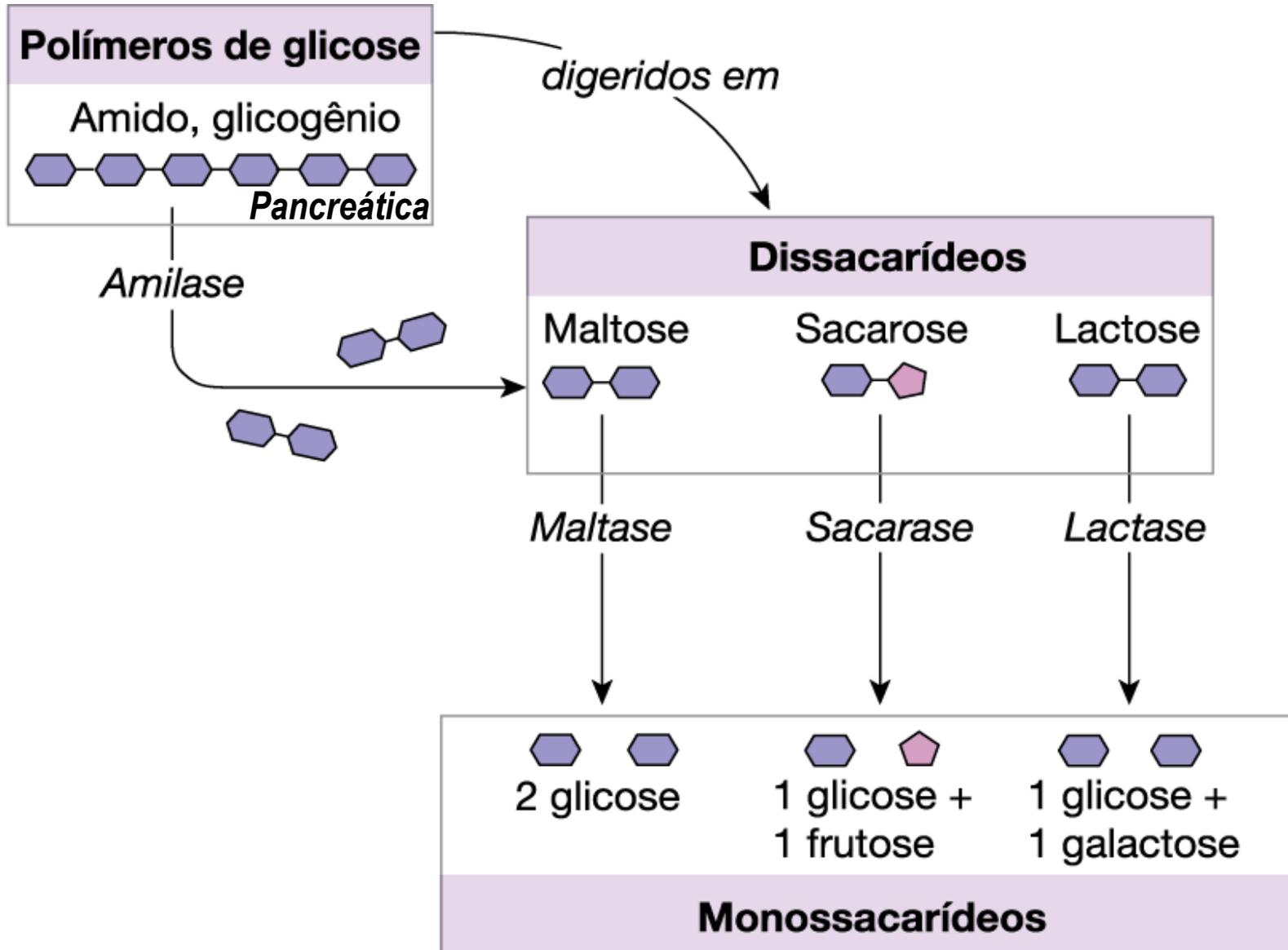
Gorduras: ácidos graxos, monoglicerídeos, colesterol, fosfolipídeos

Vitaminas

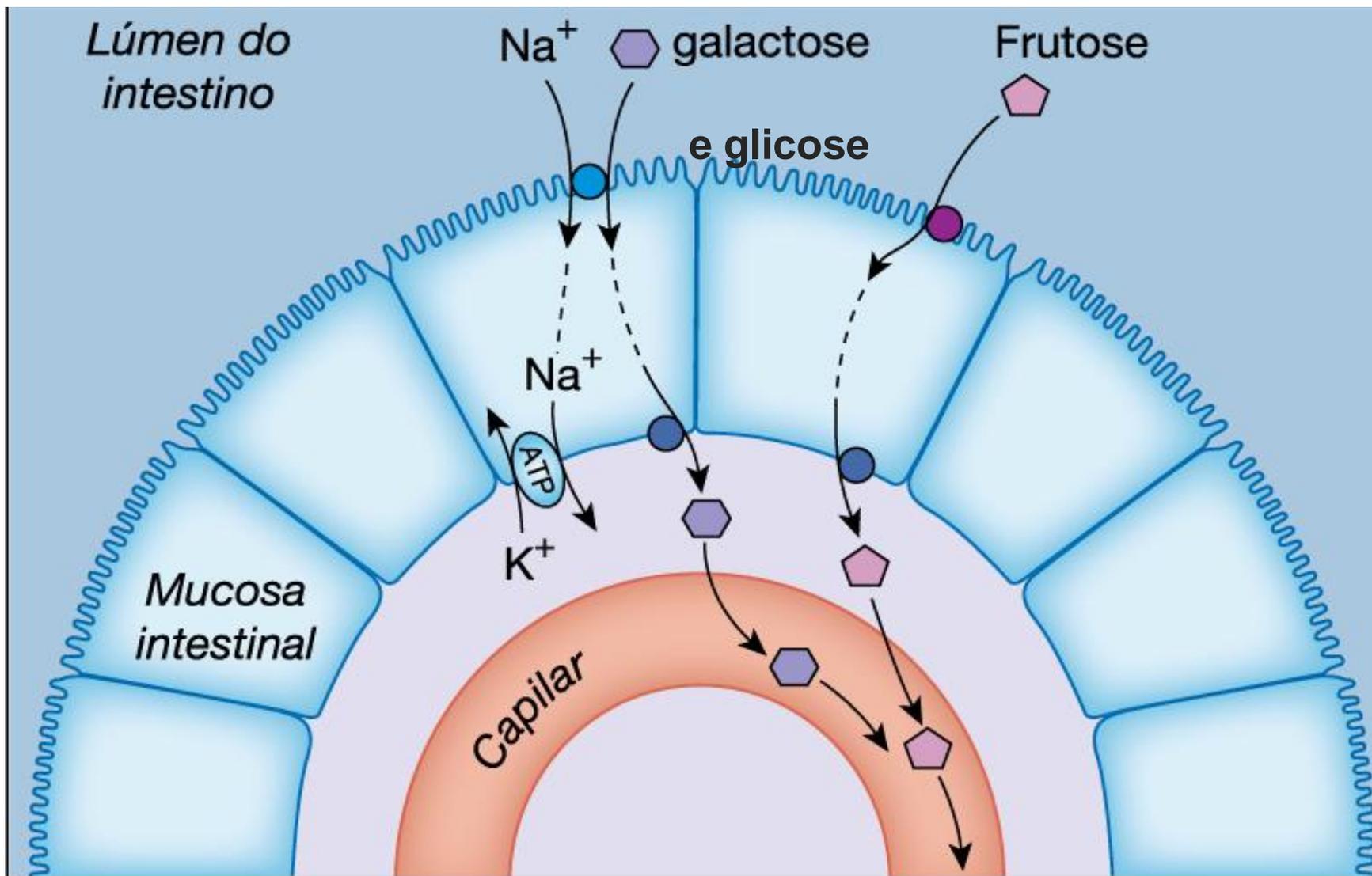
Sais minerais

# FASE INTESTINAL – DIGESTÃO DOS CARBOIDRATOS

## AMILASE PANCREÁTICA



# FASE INTESTINAL – ABSORÇÃO DOS DI E MONOSSACRÍDEOS



Fonte: SILVERTHORN (2010)

# FASE INTESTINAL - SECREÇÃO ENZIMÁTICA

Lúmen do intestino delgado

Ducto pancreático

Secreções pancreáticas incluindo enzimas inativas

ZIMOGENÍOS

Tripsinogênio

- Quimotripsinogênio
- Procarboxipeptidase
- Procolipase
- Profosfolipase

A enteropeptidase da borda em escova ativa a tripsina

Tripsina

*ativadas*

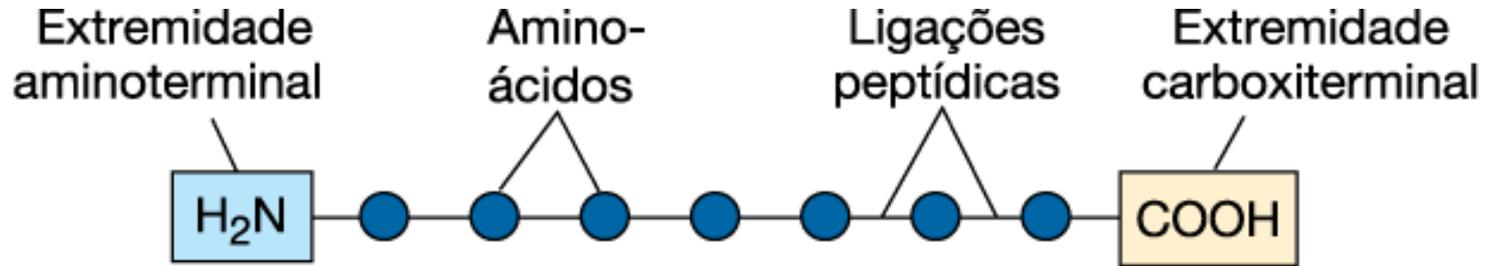
ENZIMAS ATIVADAS

- Quimotripsina **Proteínas e polipeptídeos**
- Carboxipeptidase **Peptídeos**
- Colipase **Ação da lipase (Lípídeos)**
- Fosfolipase **Fosfolípídeos**

Mucosa intersticial

Fonte:  
SILVERTHORN  
(2010)

# FASE INTESTINAL – EXO E ENDOPEPTIDASES



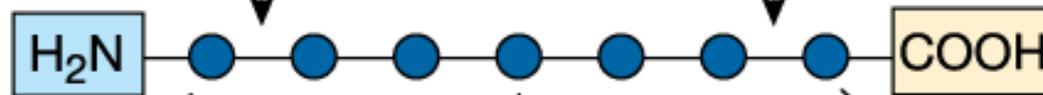
**Exopeptidase** digere as ligações peptídicas terminais liberando aminoácidos.

Aminopeptidase

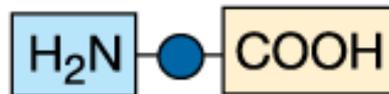
Carboxipeptidase

$+H_2O$

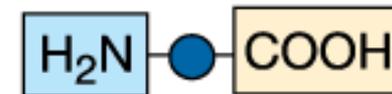
$+H_2O$



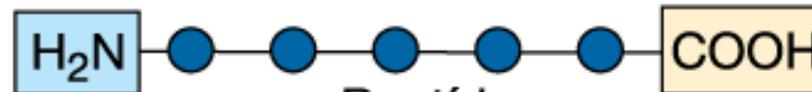
ENDOPEPTIDASE



Aminoácido



Aminoácido

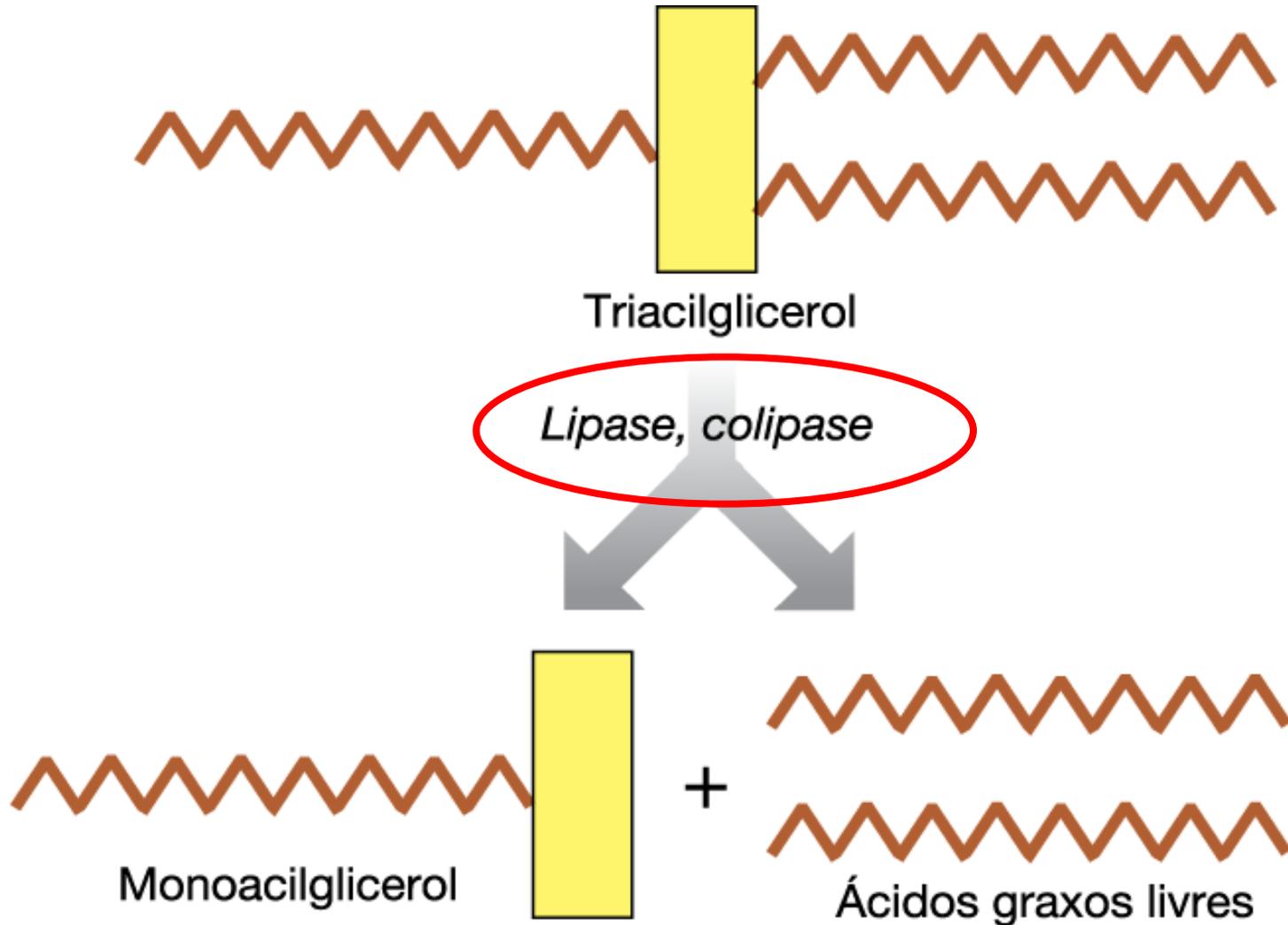


Peptídeo

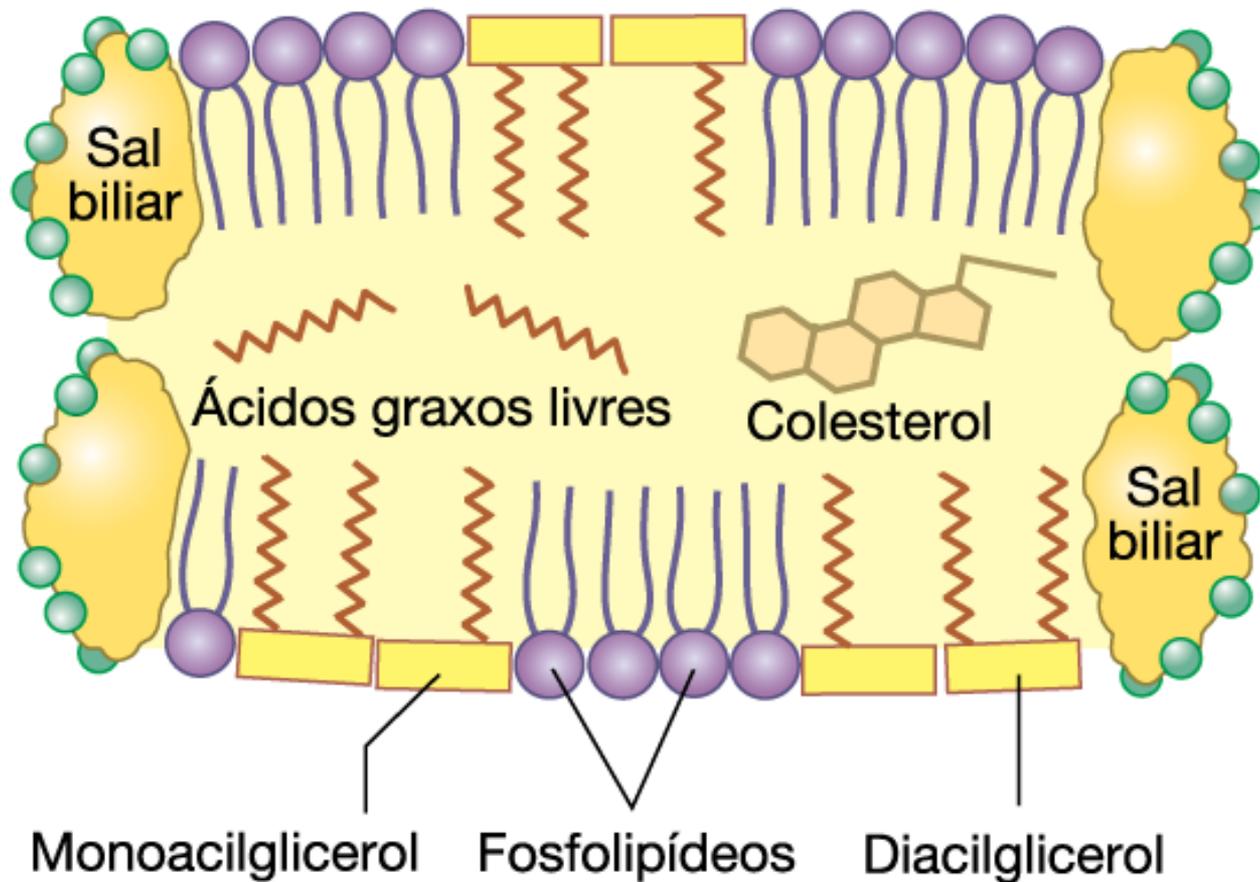
(c)

# FASE INTESTINAL – LIPASE E COLIPASE

## DIGESTÃO DAS GORDURAS



# FASE INTESTINAL – EMULSÃO DOS LIPÍDEOS



**(b)** As micelas são pequenos discos com sais biliares, fosfolipídeos, ácidos graxos, colesterol e mono e diacilgliceróis.

# ABSORÇÃO DAS VITAMINAS E MINERAIS

## Elemento

Ca<sup>2+</sup>

Fe<sup>2+</sup>

## Local de absorção

Duodeno e jejuno

Duodeno e jejuno

## Vitaminas solúveis em água

Vitamina C

Íleo

Tiamina (B<sub>1</sub>)

Jejuno

Riboflavina (B<sub>2</sub>)

Jejuno

Biotina

Jejuno

Vitamina B<sub>12</sub>

Íleo

Piridoxina (B<sub>6</sub>)

Jejuno e íleo

## Vitaminas solúveis em gordura

Vitamina A

Jejuno e íleo

Vitamina D

Jejuno e íleo

Vitamina E

Jejuno e íleo

Vitamina K

Jejuno e íleo

## FASE INTESTINAL

### Intestino grosso: concentra resíduos para excreção

Superfície sem vilosidades e enzimas luminiais

Microvilosidades

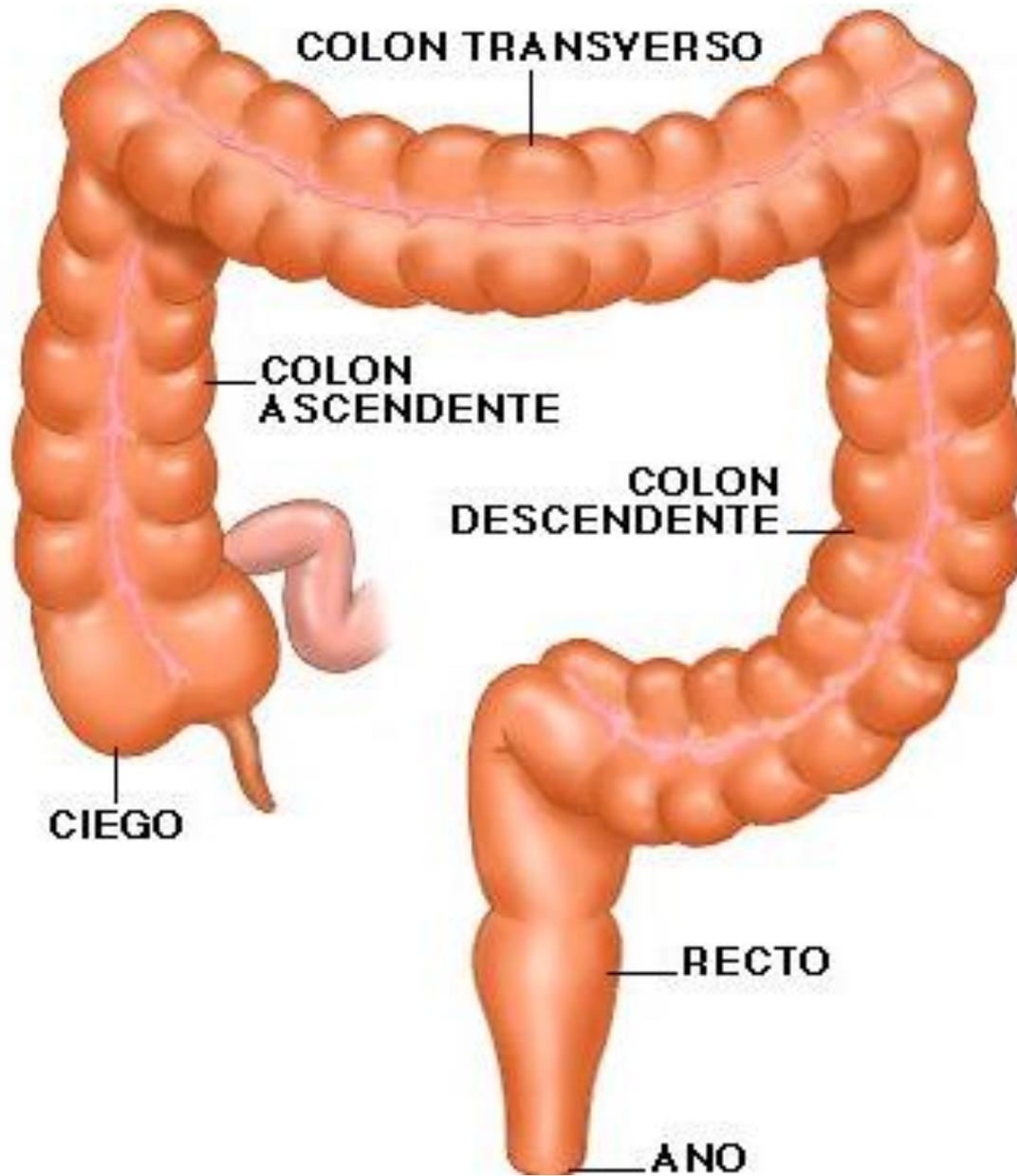
Células absortivas e mucosas

Microorganismos – fermentação e formação de AGV

Formação de vitamina K

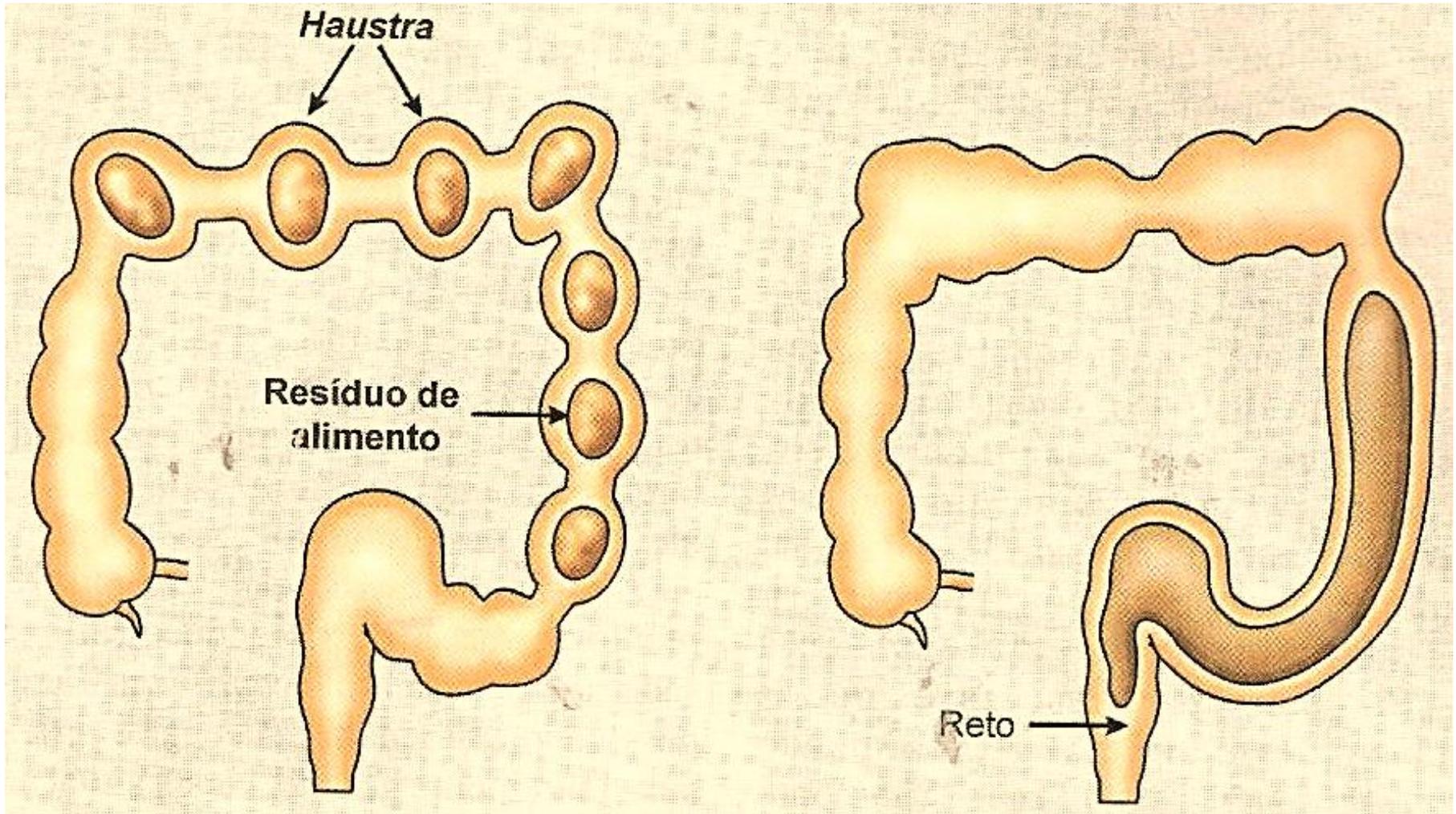
Absorção de água e eletrólitos (NaCl)

Secreção de  $K^+$  e  $HCO_3^-$



# FASE INTESTINAL

HAUSTRAÇÕES (SEGMENTAÇÃO) E MOVIMENTO EM MASSA (PERISTALSE)



# REFLEXOS

## REFLEXO ENTEROGÁSTRICO

Inibe atividade gástrica

Quimo – CCK – Secretina – GIP (Peptídeo inibitório gástrico)

## REFLEXO ÍLEOGÁSTRICO

Inibe atividade gástrica e duodenal

Gorduras e Carboidratos no íleo distal

## REFLEXO INTESTINOINTESTINAL

Inibe atividade gástrica e entérica

Distensão exagerada dos intestinos

OUTROS: MEDO E RAIVA

## REFLEXOS GASTROCÓLICO E DUENOCÓLICO

Ativa movimentação do colon

Alimento no estômago, no duodeno e no colo

# CONCLUSÕES

- Sistema gastrointestinal é responsável pela degradação do alimento e absorção dos nutrientes.
- Todo trato gastrointestinal segue um padrão de musculatura lisa, salvo as estruturas da cavidade oral, da faringe, do terço anterior do esôfago e esfíncter anal externo.
- O Sistema Nervoso Autônomo atua em conjunto com o Sistema Nervoso Entérico estimulados por fatores mecânicos e químicos além da acetilcolina e noradrenalina.
- Existe todo um preparo do trato gastrointestinal para receber o alimento.
- No estômago o alimento se mistura com o suco gástrico e forma o quimo.
- O suco pancreático e os sais biliares são importantes para continuação da digestão química do alimento e absorção dos nutrientes pelo intestino.
- Intestino grosso é responsável pela absorção de água e eletrólitos

A close-up photograph of a baby and a ginger cat eating from a small white plate. The baby is leaning over the plate, and the cat is also eating. The scene is intimate and suggests a shared meal. The text 'DUVIDAS?' is overlaid in white on the baby's head.

# DUVIDAS?