

Fisiologia Gastrintestinal

Profa. Glauce Crivelaro

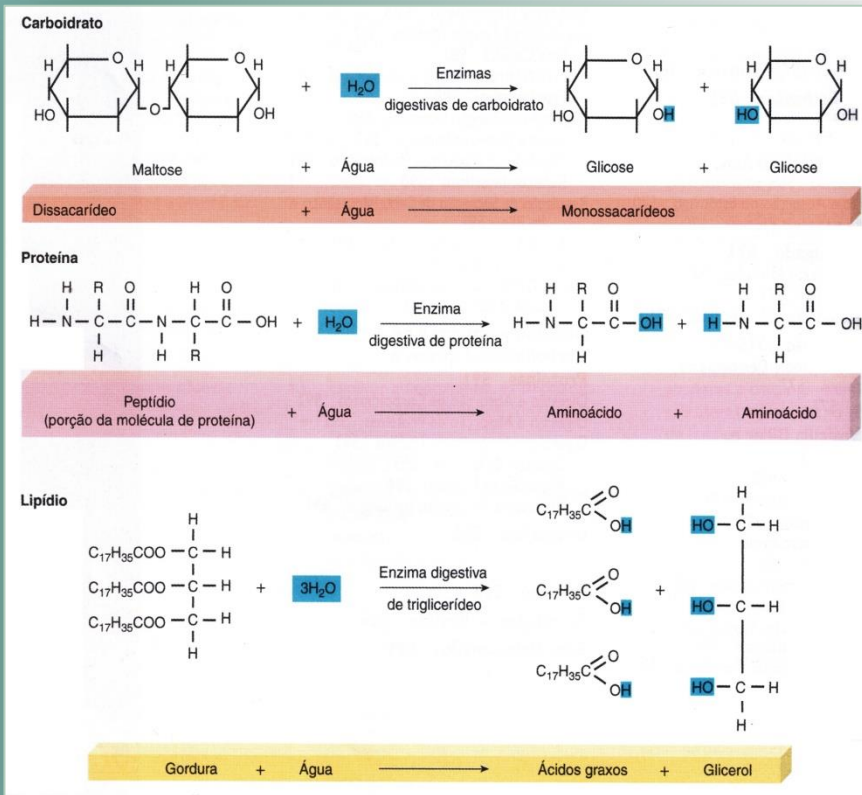
Dep. Biologia Básica e Oral – FORP -
USP

Objetivos....

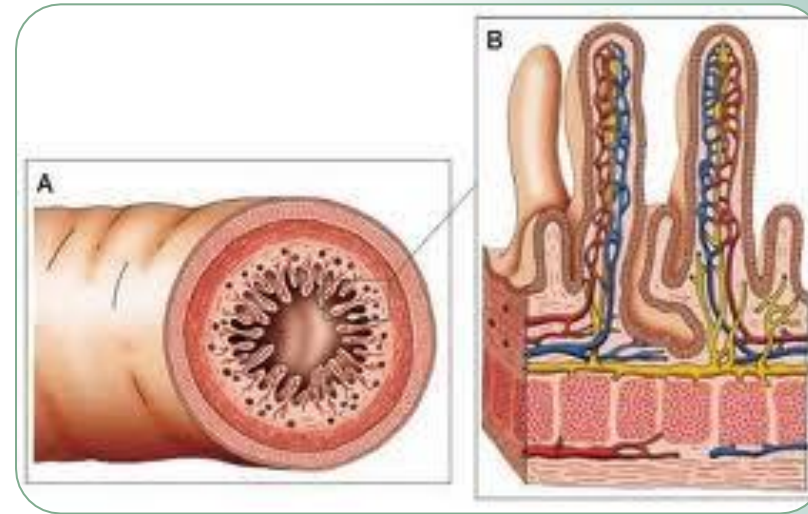
- Apresentar visão geral do Sistema Digestório;
- Explicar como ocorre a motilidade do sistema;
- Relacionar as diferentes secreções gastrintestinais com as funções do sistema;
- Apresentar controle neural gastrintestinal;
- Descrever os processos de absorção.

Absorção de gorduras

◈ **Digestão** Decomposição de moléculas alimentares em suas subunidades menores.



◈ **Absorção** Refere-se à passagem dos produtos finais digeridos para a corrente sanguínea e para a linfa.



Embora uma quantidade significativa de digestão mecânica ocorra na boca e no estômago, a digestão química do alimento é limitada a uma pequena quantidade de quebra de amido e digestão incompleta de proteínas no estômago.

Quando o quimo entra no intestino delgado, a digestão de proteínas cessa quando a pepsina é inativada no pH intestinal alto. As enzimas pancreáticas e da borda em escova, então, finalizam a digestão de peptídeos, carboidratos e gorduras em moléculas menores que podem ser absorvidas.

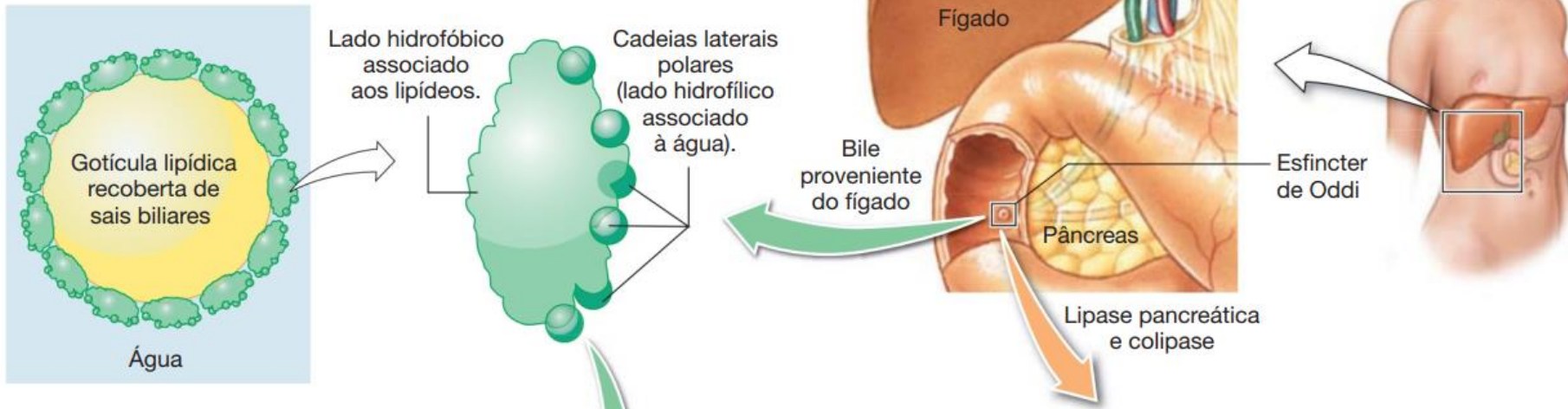
Digestão e Absorção de gorduras

Para aumentar a área de superfície disponível para a digestão enzimática da gordura, o fígado secreta sais biliares no intestino delgado.

Digestão e absorção: gorduras

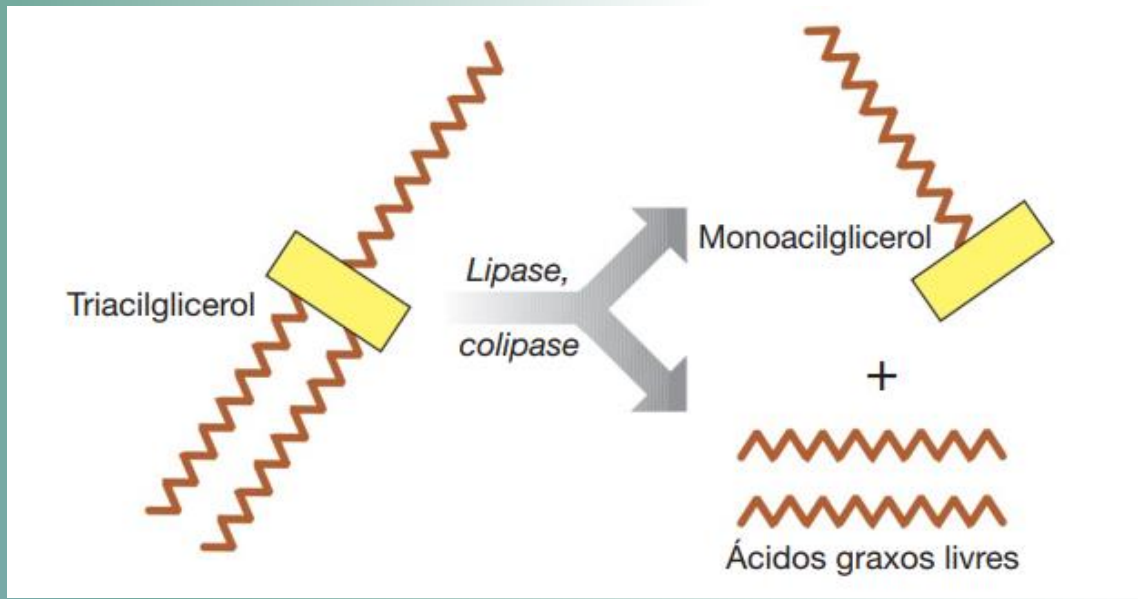
A maior parte dos lipídeos são hidrofóbicos e devem ser emulsificados para facilitar a digestão no ambiente aquoso do intestino.

(a) Os sais biliares cobrem os lipídeos, formando emulsões.

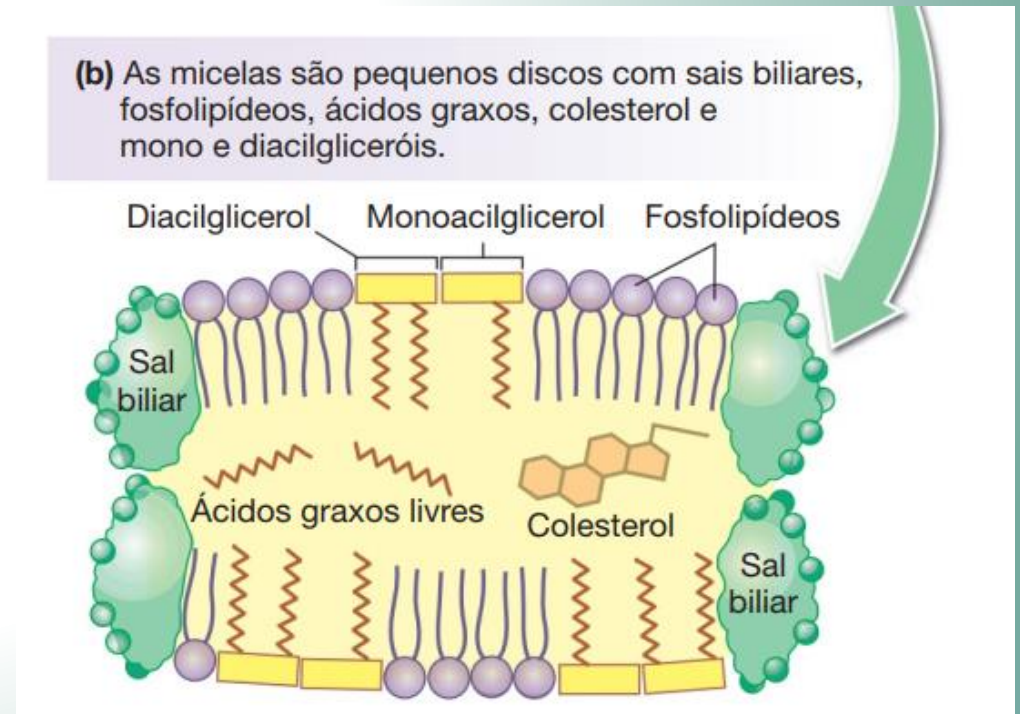


Digestão e Absorção de gorduras

A digestão enzimática das gorduras é feita por lipases (e em menor proporção colipases), enzimas que removem dois ácidos graxos de cada molécula de triacilglicerol. O resultado é um monoglicerol e dois ácidos graxos livres



Enquanto a digestão enzimática e mecânica prossegue, ácidos graxos, sais biliares, mono e diacilgliceróis, fosfolipídeos e colesterol coalescem para formar pequenas **micelas** no formato de discos.



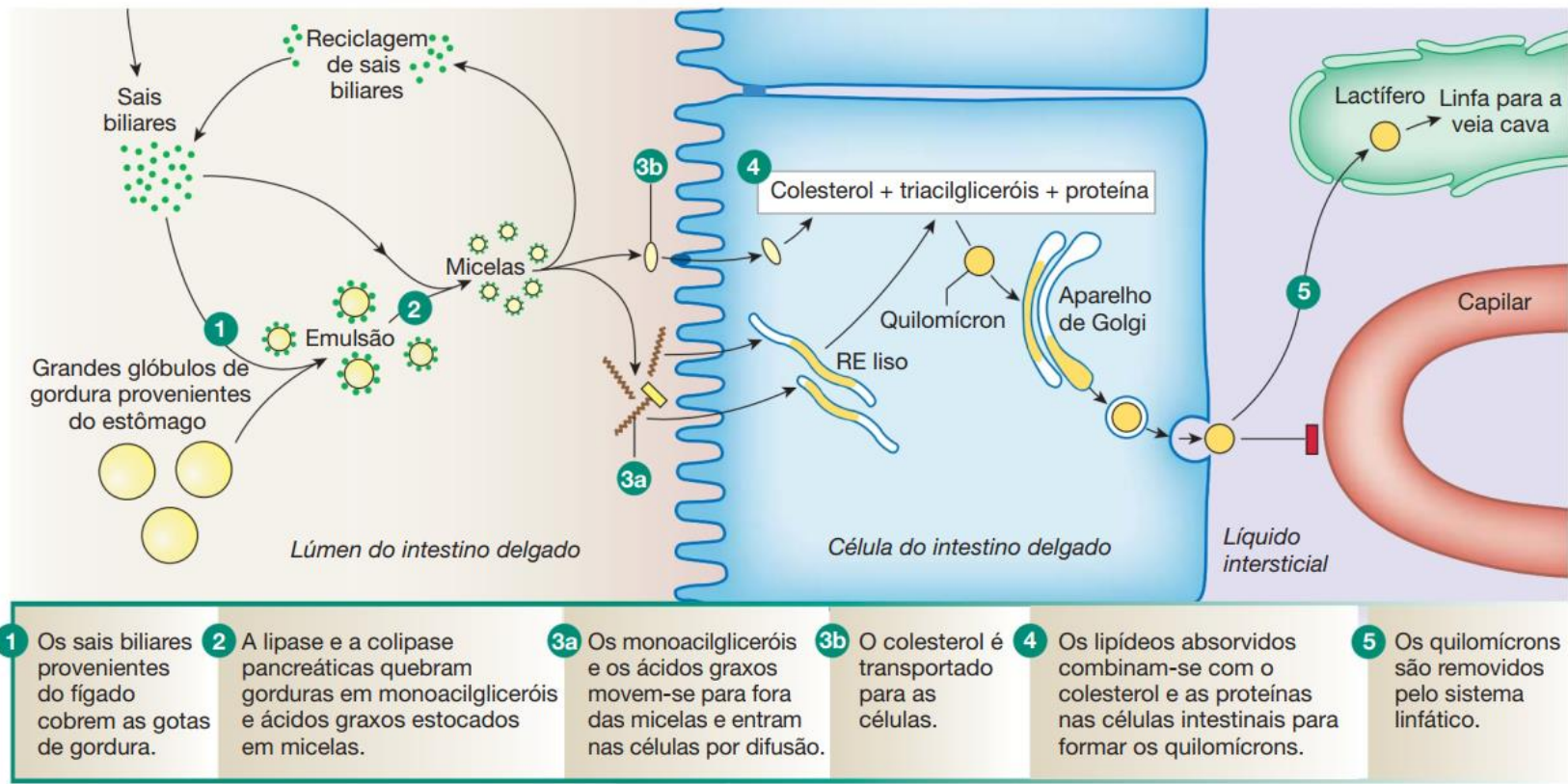
Digestão e Absorção de gorduras

As gorduras lipofílicas, como ácidos graxos e monoacilgliceróis, são absorvidos primariamente por difusão simples.

Uma vez dentro dos enterócitos, os monoacilgliceróis e os ácidos graxos movem-se para o retículo endoplasmático liso, onde se recombina, formando triacilgliceróis. Os triacilgliceróis, então, combinam-se com colesterol e proteínas, formando grandes gotas, denominadas **quilomícrons**.

Em vez disso, os quilomícrons são absorvidos pelos *capilares linfáticos*, os vasos linfáticos das vilosidades. Os quilomícrons passam através do sistema linfático e, por fim, entram no sangue venoso.

(d) Digestão e absorção de gorduras



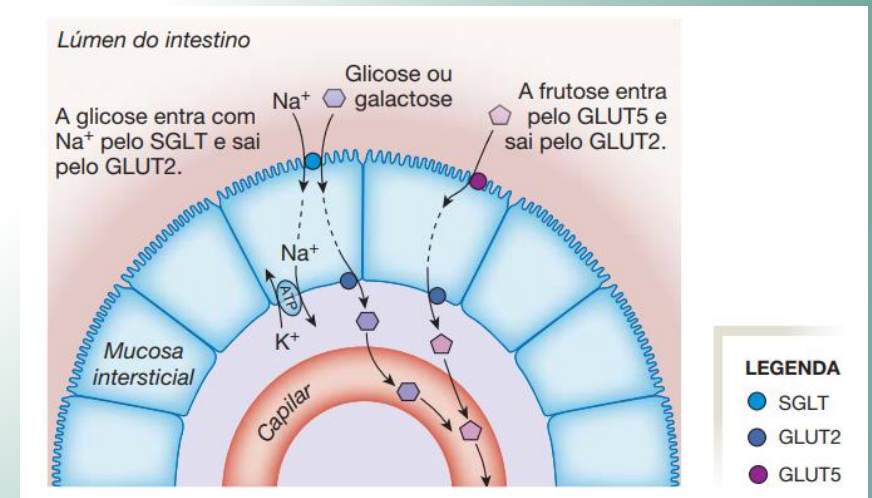
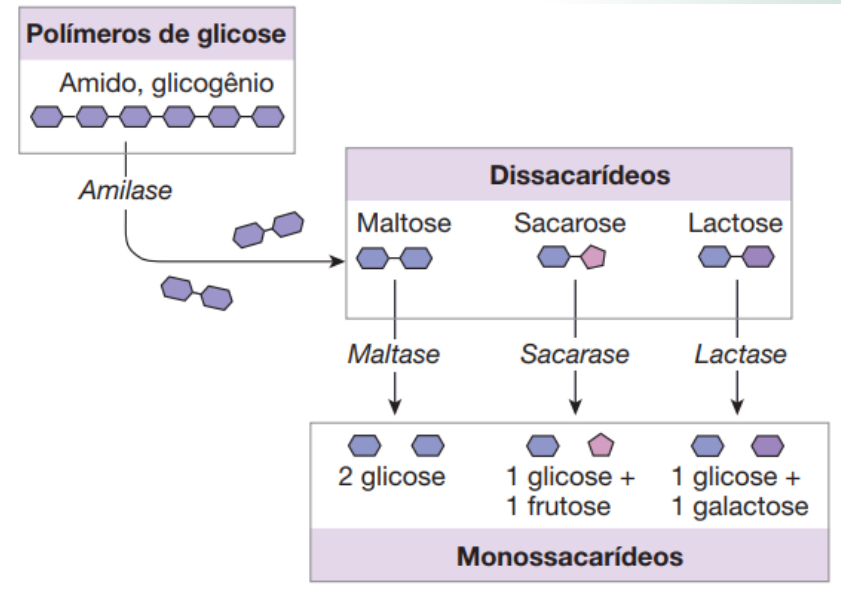
Digestão e Absorção de carboidratos

A celulose não é digerível. Todos os outros carboidratos devem ser digeridos a monossacarídeos antes que eles possam ser absorvidos.

A enzima amilase quebra longos polímeros de glicose em cadeias menores de glicose e no dissacarídeo maltose.

A digestão do amido inicia na boca com a amilase salivar, mas essa enzima é desnaturada pela acidez do estômago. A amilase pancreática, então, retoma a digestão do amido em maltose.

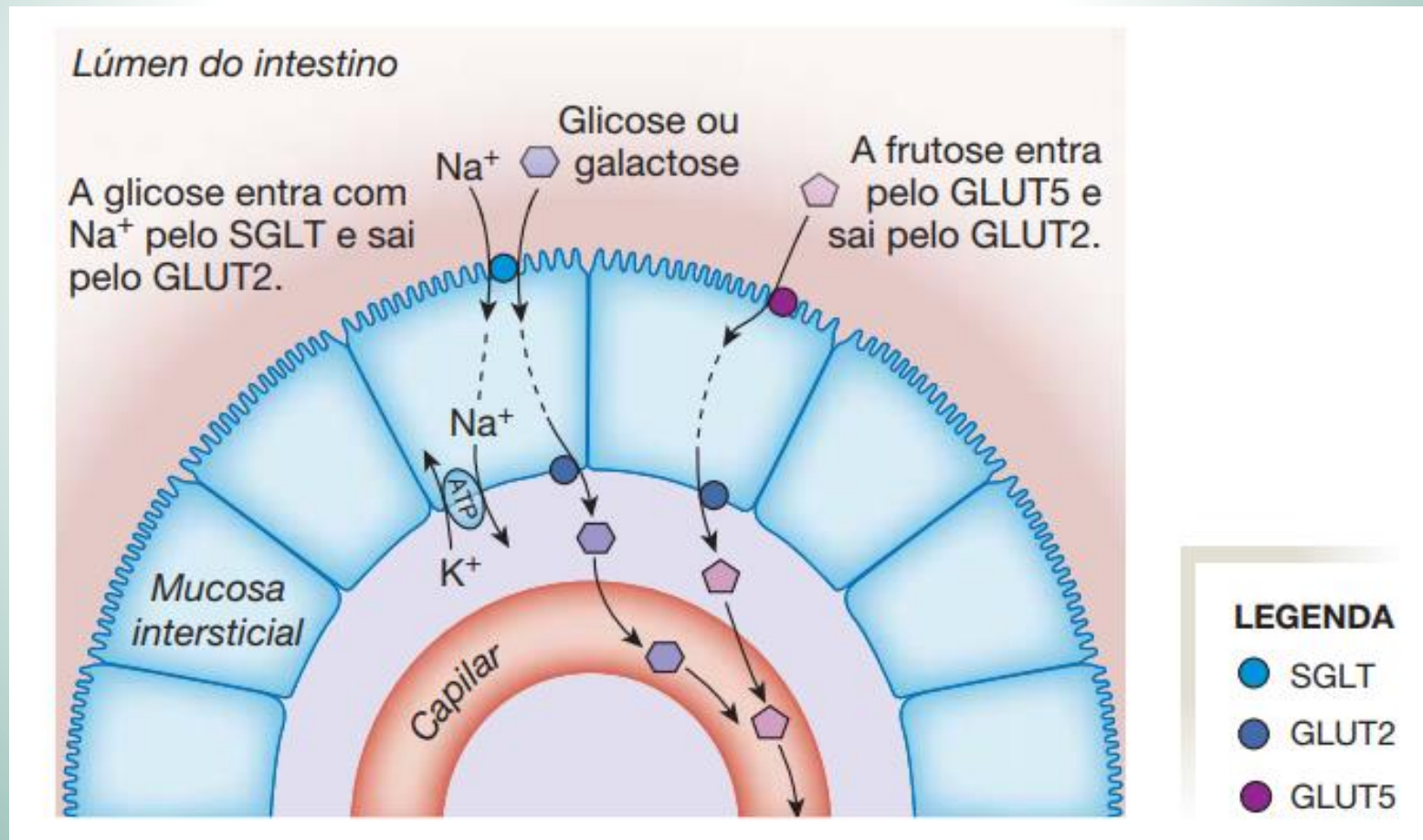
A maltose e outros dissacarídeos são quebrados pelas enzimas da borda em escova intestinal, conhecidas como dissacaridases (maltase, sacarase e lactase). Os produtos finais absorvíveis da digestão de carboidratos são **glicose, galactose e frutose**.



Digestão e Absorção de carboidratos

A absorção intestinal de glicose e galactose usa transportadores: o apical Na-glicose SGLT e o transportador basolateral GLUT2

A frutose move-se através da membrana apical por difusão facilitada pelo transportador GLUT5 e através da membrana basolateral pelo GLUT2

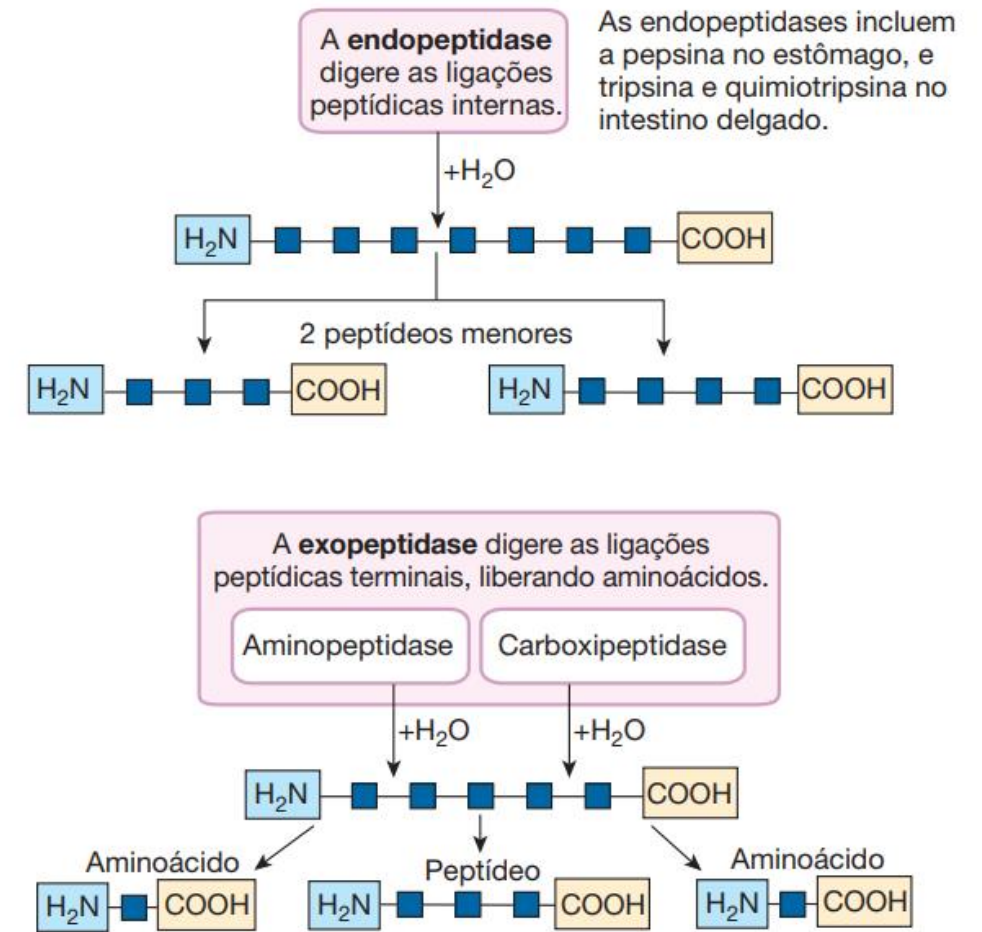


Digestão e Absorção de proteínas

As enzimas para a digestão de proteínas são classificadas em dois grupos amplos: endopeptidases e exopeptidases.

As endopeptidases, mais comumente chamadas de proteases, atacam as ligações peptídicas no interior da cadeia de aminoácidos e quebram uma cadeia peptídica longa em fragmentos menores.

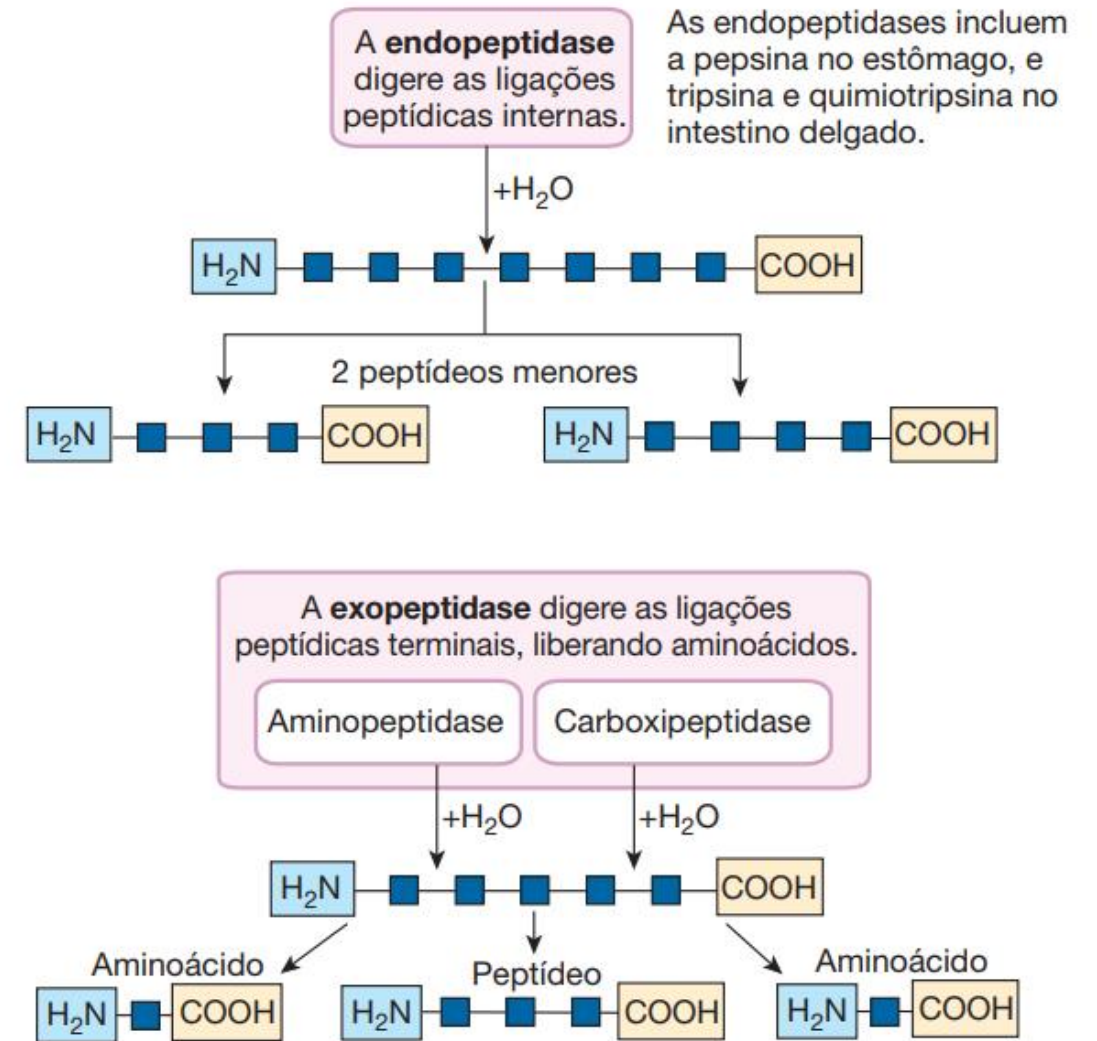
As proteases são ativadas quando alcançam o lúmen do trato GI. Exemplos de proteases incluem a pepsina secretada no estômago, e a tripsina e a quimotripsina, secretadas pelo pâncreas.



Digestão e Absorção de proteínas

As exopeptidases liberam aminoácidos livres de dipeptídeos por cortá-los das extremidades, um por vez.

As aminopeptidases agem na extremidade aminoterminal da proteína; as carboxipeptidases agem na extremidade carboxiterminal.



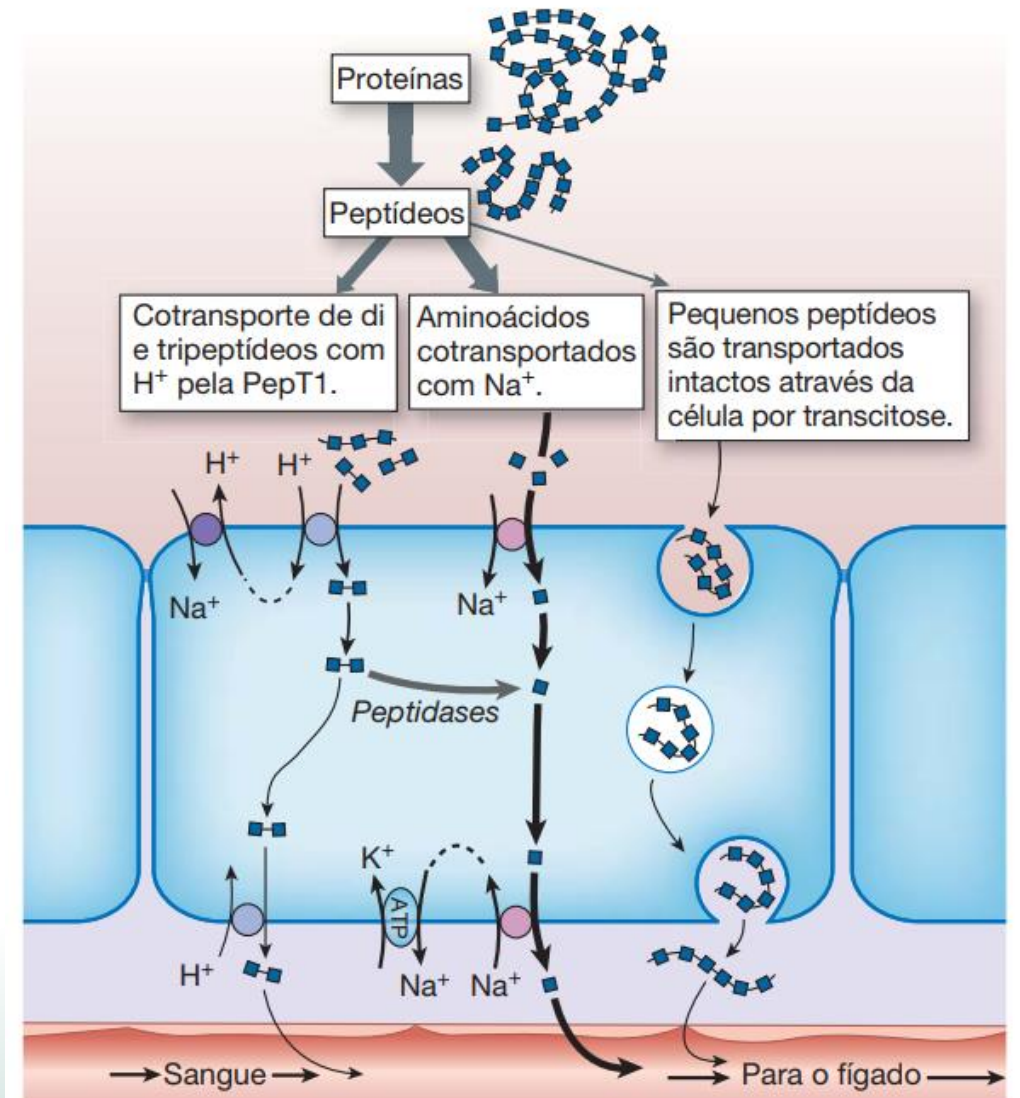
Digestão e Absorção de proteínas

Os produtos principais da digestão de proteínas são aminoácidos livres, dipeptídeos e tripeptídeos, todos os quais podem ser absorvidos.

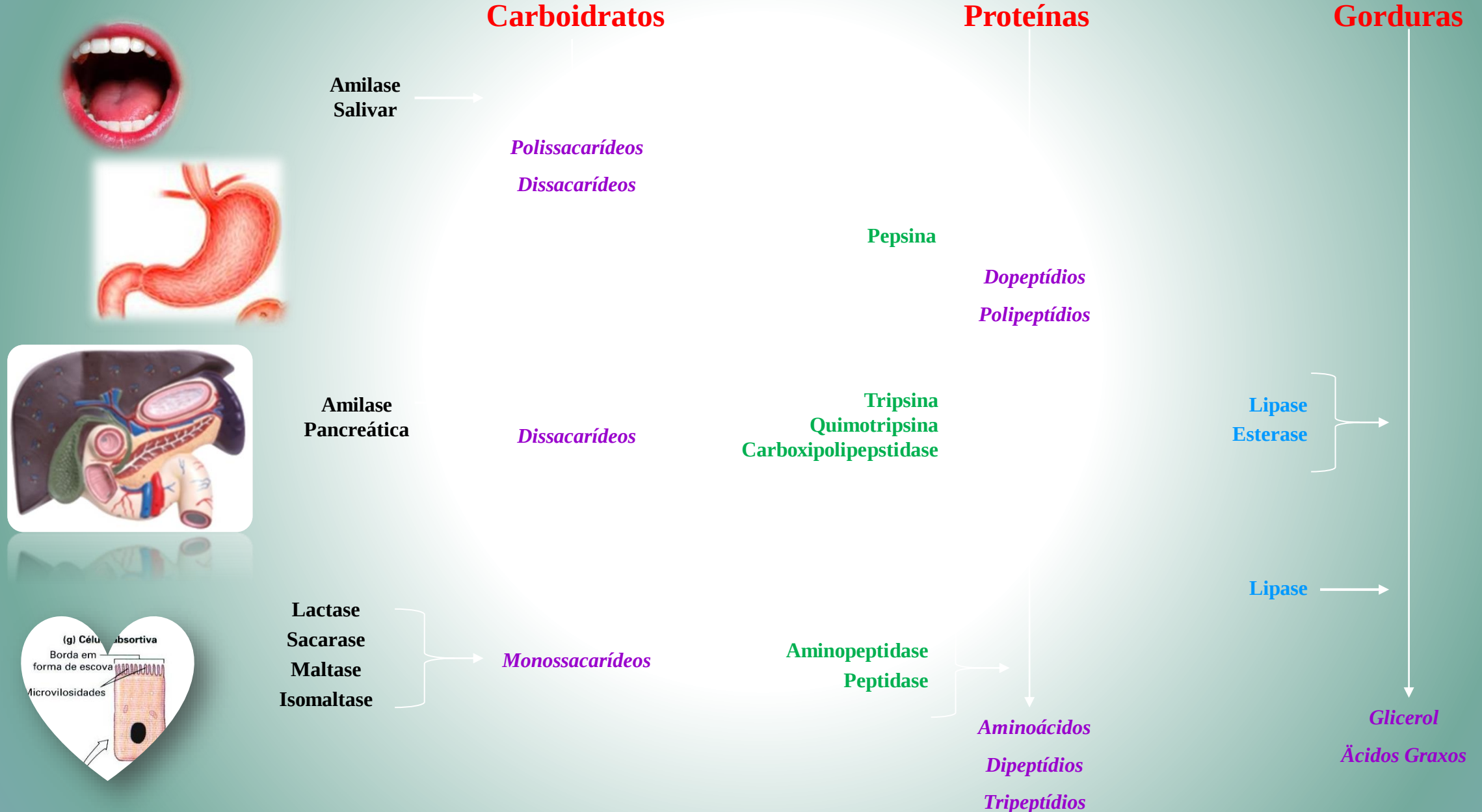
A maioria dos aminoácidos livres são carregados por proteínas cotransportadoras dependentes de Na^+

Já os dipeptídeos e tripeptídeos são carregados para os enterócitos pelo transportador de oligopeptídeos PepT1 que usa o cotransporte dependente de H^+

Após a digestão, as proteínas são absorvidas principalmente como aminoácidos livres. Poucos di e tripeptídeos são absorvidos. Alguns peptídeos maiores que os tripeptídeos podem ser absorvidos por transcitose.



Digestão dos três Principais tipos de Nutrientes



Absorção – Vitaminas e Minerais

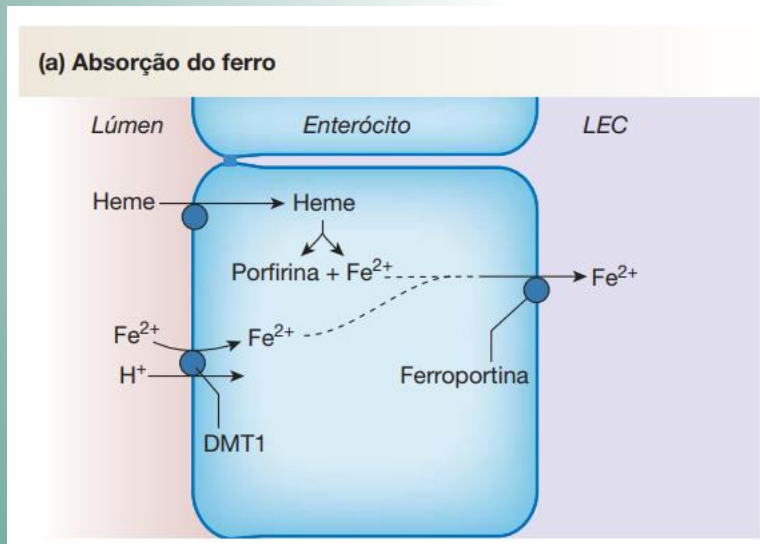
- Em geral, as vitaminas solúveis em lipídeos (A, D, E e K) são absorvidas no intestino delgado junto com as gorduras
- As vitaminas solúveis em água (vitamina C e a maior parte das vitaminas B) são absorvidas por transporte mediado. A principal exceção é a vitamina B12. O transportador intestinal para B12 é encontrado somente no íleo e reconhece a B12 somente quando a vitamina está complexada com o fator intrínseco, secretado pelas mesmas células gástricas parietais que secretam ácido.

Na ausência completa do fator intrínseco, a severa deficiência de vitamina B₁₂ causa uma condição conhecida como *anemia perniciosa*. Nesse estado, a síntese de eritrócitos (*eritropoiese*), que depende de vitamina B₁₂, é severamente diminuída.

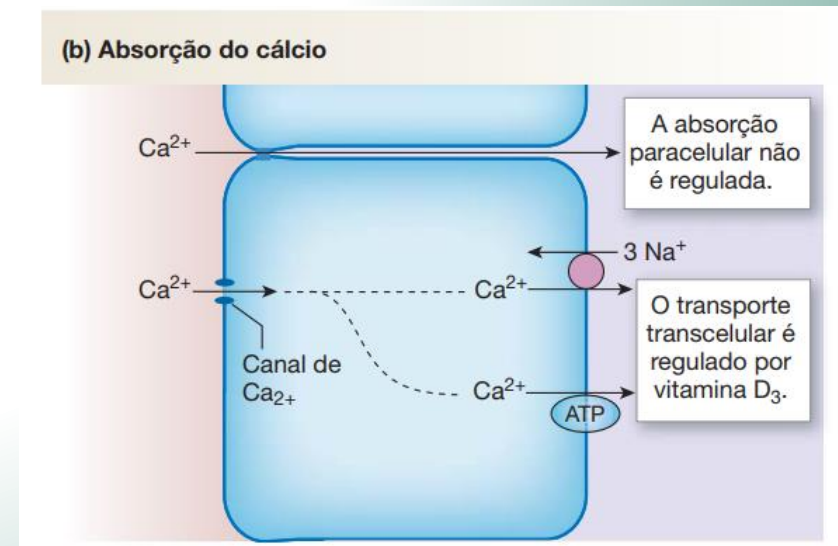
Absorção – Vitaminas e Minerais

A absorção de minerais geralmente ocorre por transporte ativo.

O ferro é ingerido como ferro heme na carne e como ferro ionizado em alguns produtos vegetais. O ferro heme é absorvido por um transportador apical no enterócito. O Fe^{2+} ionizado é ativamente absorvido por cotransporte com H^+ por uma proteína

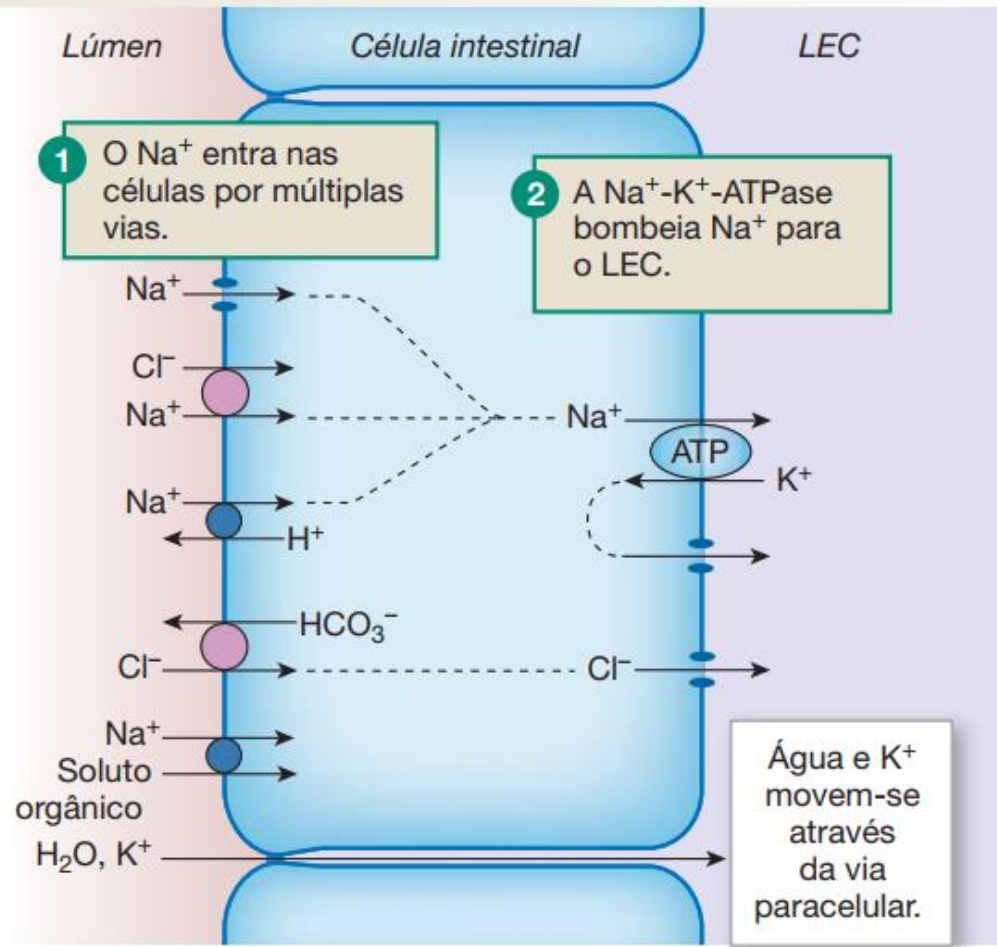


A maior parte da absorção do Ca^{2+} no intestino ocorre por movimento passivo e não regulado através da via paracelular. O cálcio entra no enterócito através de canais apicais de Ca^{2+} e é ativamente transportado através da membrana basolateral tanto por uma Ca^{2+} -ATPase quanto por antiporte $\text{Na}-\text{Ca}^{2+}$.



Absorção – Água e íons

(c) Absorção de Na^+ , K^+ , Cl^- e água



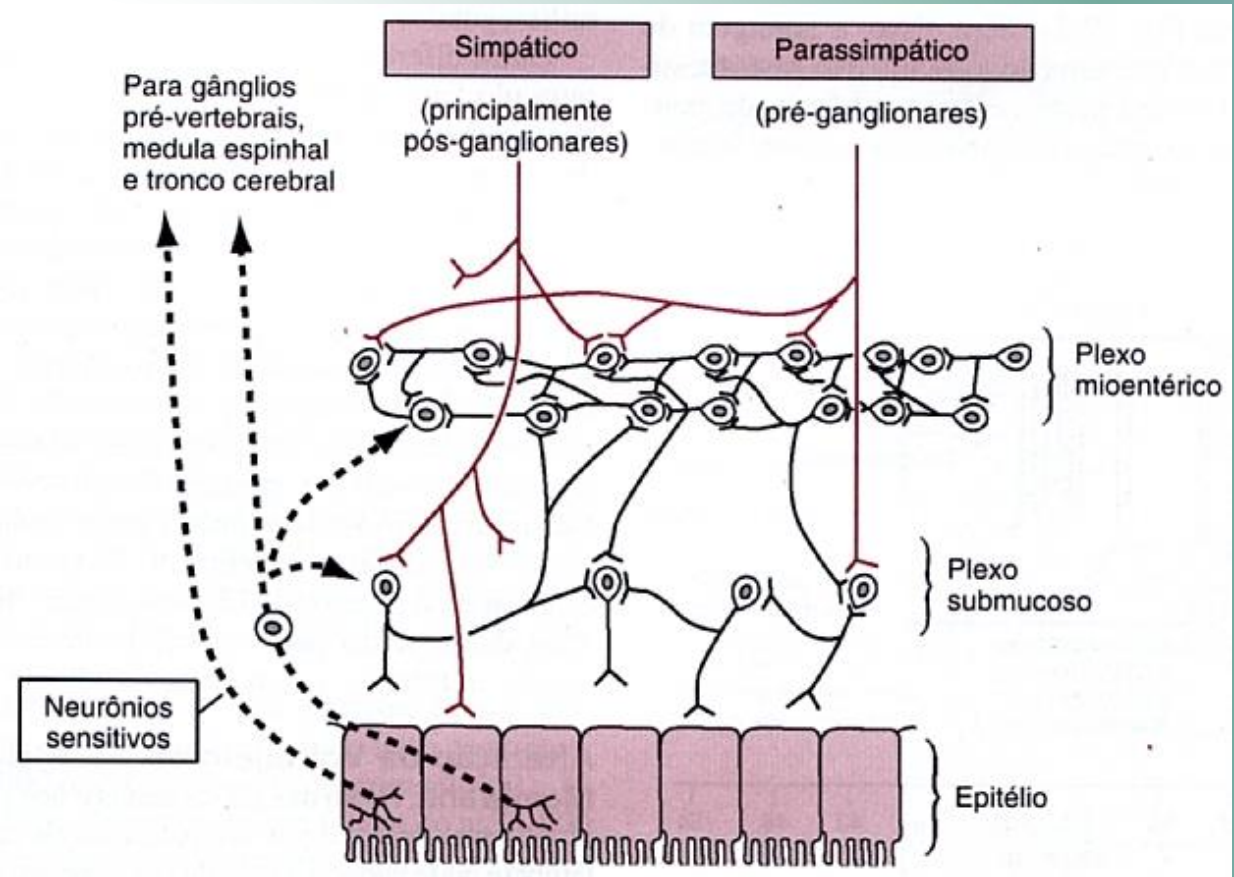
A absorção de íons no corpo também cria os gradientes osmóticos necessários para o movimento da água. Os enterócitos no intestino delgado e os **colonócitos**, as células epiteliais da superfície luminal do colo, absorvem Na^+ utilizando três proteínas de membrana

REGULAÇÃO DA FUNÇÃO GASTRINTESTINAL

Sistema Nervoso Entérico (SNE)

Habilidade do SNE de realizar um reflexo independentemente do controle exercido pelo sistema nervoso central (SNC)

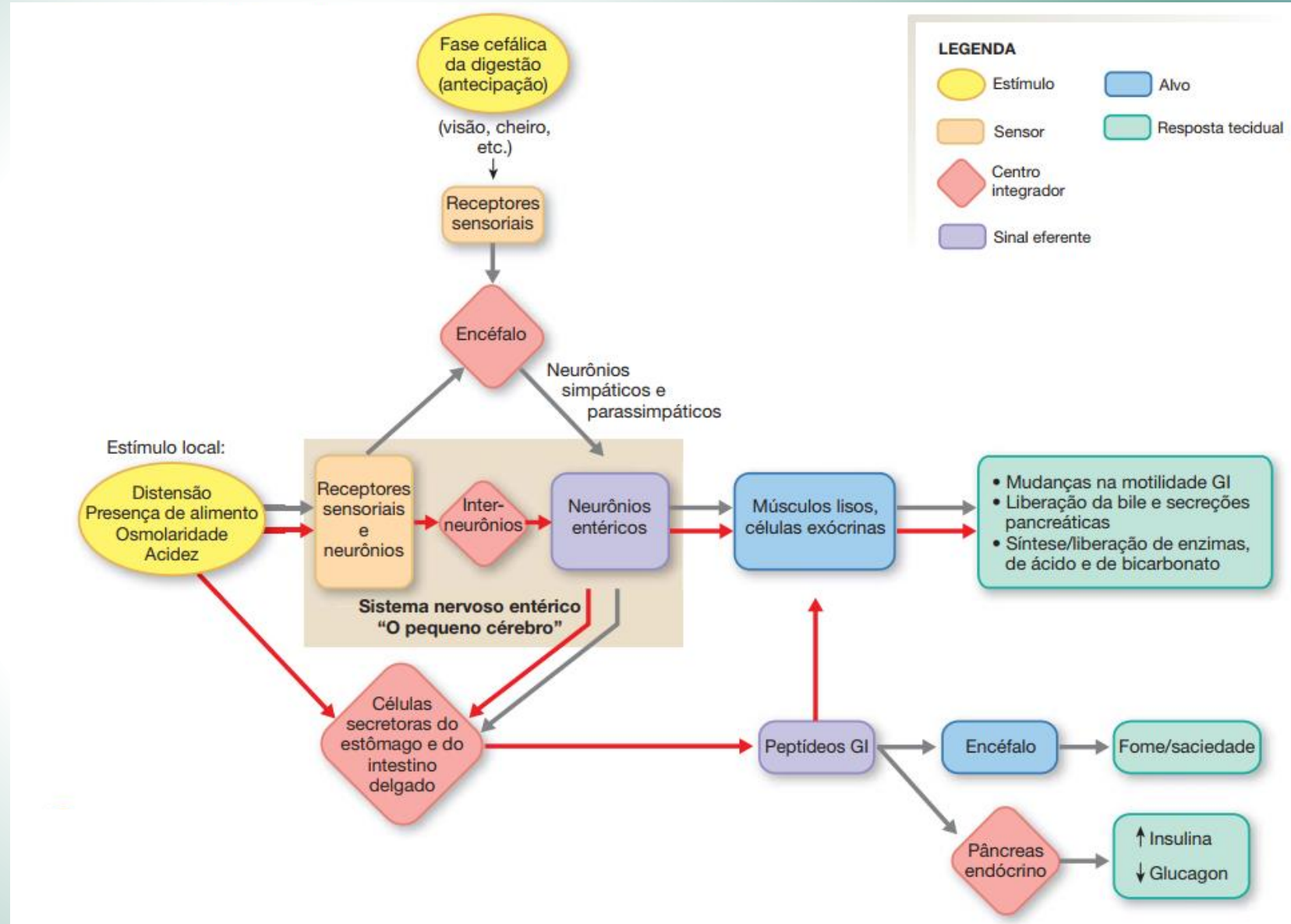
- **Plexo Mioentérico.**
- **Plexo Submucoso.**
- **Inervação Parassimpática.**
- **Inervação Simpática.**
- **Inervação sensitiva.**



Reflexos do sistema digestório

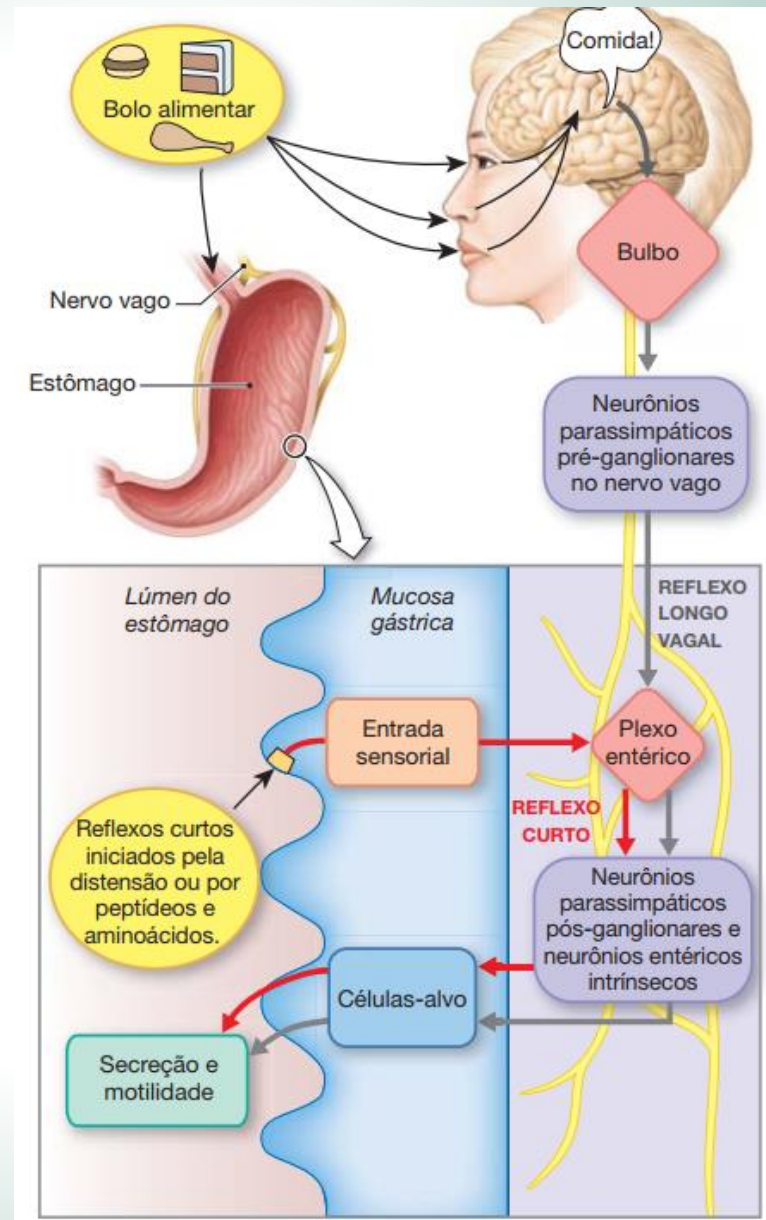
Os **reflexos longos** são integrados no SNC. Alguns reflexos longos se originam fora do trato GI, mas outros se originam no SNE.

Os **reflexos curtos** são originados no SNE e são executados por neurônios localizados inteiramente na parede do trato GI.



SNC e SNE

Reflexos das fases cefálica e gástrica. A visão, o cheiro e o gosto do alimento iniciam um reflexo longo que prepara o estômago para a chegada do alimento.



Regulação Hormonal

	Estímulo para liberação	Alvo(s) primário(s)	Efeito(s) primário(s)	Outras informações
Estômago				
Gastrina (células G)	Peptídeos e aminoácidos; reflexos neurais	Células enterocromafins (ECL) e células parietais	Estimula a secreção de ácido gástrico e o crescimento da mucosa	A somatostatina inibe a sua liberação
Intestino				
Colecistocinina (CCK)	Ácidos graxos e alguns aminoácidos	Vesícula biliar, pâncreas, estômago	- Estimula a contração da vesícula biliar e a secreção de enzimas pancreáticas - Inibe o esvaziamento gástrico e a secreção ácida	- Promove saciedade - Alguns efeitos podem ser devidos à ação da CCK como um neurotransmissor
Secretina	Ácido no intestino delgado	Pâncreas, estômago	- Estimula a secreção de HCO_3^- - Inibe o esvaziamento gástrico e a secreção ácida	
Motilina	Jejum: liberação periódica a cada 1,5 a 2 horas	Músculos lisos gástrico e intestinal	Estimula o complexo motor migratório	Inibida pela ingestão de uma refeição
Peptídeo inibidor gástrico (GIP)	Glicose, ácidos graxos e aminoácidos no intestino delgado	Células beta do pâncreas	- Estimula a liberação de insulina (mecanismo antecipatório) - Inibe o esvaziamento gástrico e a secreção ácida	
Peptídeo semelhante ao glucagon (GLP-1)	Refeição mista que inclui carboidratos ou gorduras no lúmen	Pâncreas endócrino	- Estimula a liberação de insulina - Inibe a liberação de glucagon e a função gástrica	Promove saciedade

OBRIGADA

THANK YOU