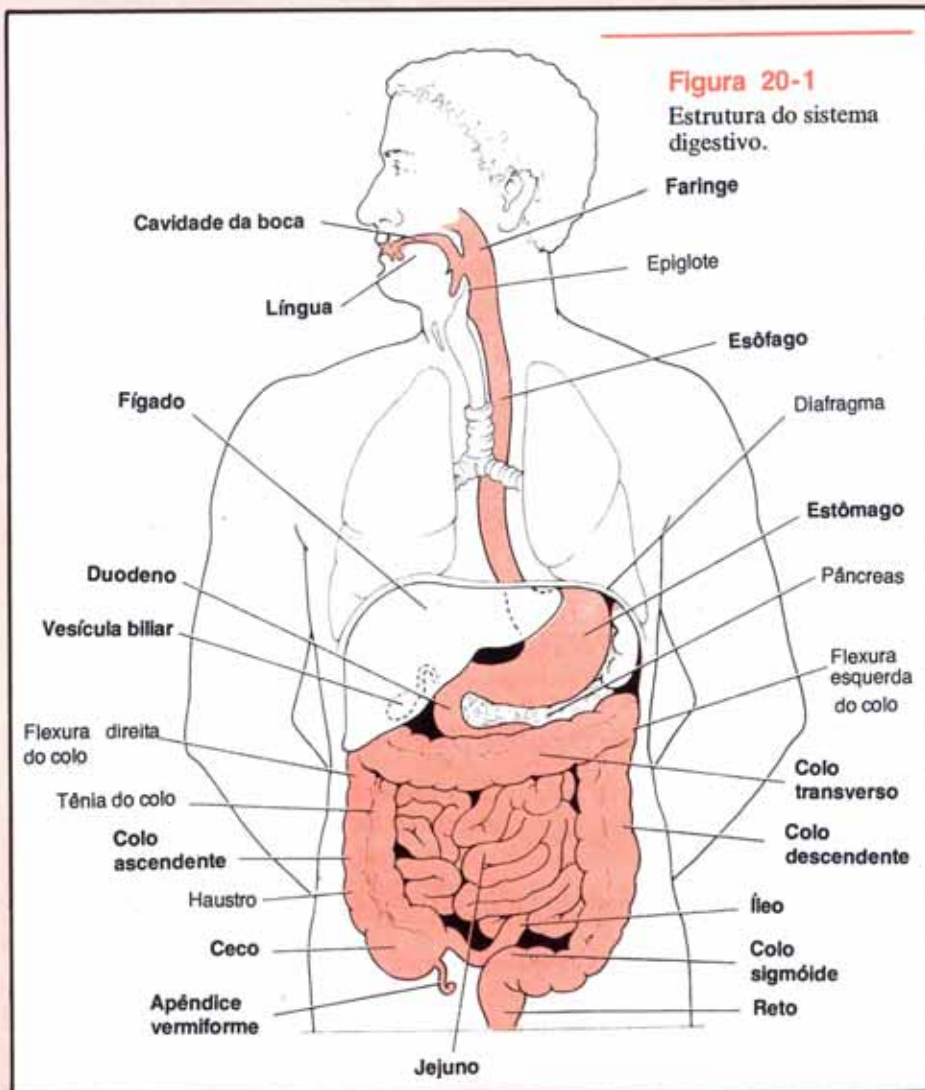
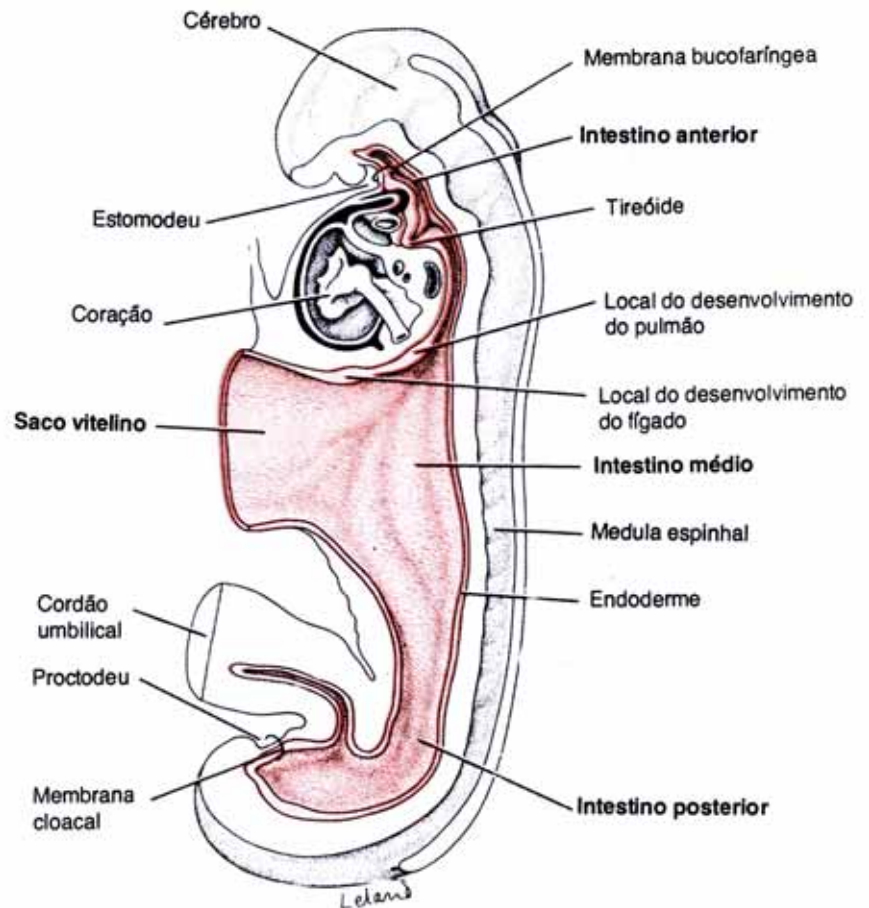


# SISTEMA DIGESTIVO

# 20

Cada célula do corpo necessita de um suprimento constante de energia para realizar suas funções próprias – sejam tais funções contração, secreção, síntese ou qualquer outra. O alimento ingerido fornece os materiais básicos a partir dos quais essa energia é produzida e novas moléculas são sintetizadas. A maioria dos alimentos, entretanto, não pode entrar diretamente na corrente sanguínea e ser usado pelas células do corpo até que seja fracionado em moléculas mais simples. O sistema digestivo modifica o alimento ingerido por processos mecânicos e químicos de modo que, no final, possam atravessar a parede do trato gastrointestinal e entrar nos sistemas vasculares sanguíneo e linfático. O sistema



**Figura 20-2**

Secção sagital de um embrião (aproximadamente 22 dias) mostrando o desenvolvimento dos intestinos anterior e posterior. Observe que o intestino médio permanece aberto para o saco vitelino.

vascular, por sua vez, transporta essas moléculas de alimento através da veia porta para o fígado antes de distribuí-la para todas as células. Após entrar nas células, as moléculas do alimento digerido podem ser remontadas em proteínas, carboidratos e lipídios, ou usadas na produção de energia para suportar as atividades do corpo.

**F 20-1**

O sistema digestivo consiste de um tubo – chamado **trato gastrointestinal** ou **canal alimentar** – que se estende da boca ao ânus (Figura 20-1).

O alimento que permanece no trato gastrointestinal é, na verdade, expulso para fora do corpo. Para “entrar” no corpo o alimento deve atravessar o epitélio que reveste a parede do trato. Esvaziando-se no tubo digestivo encontram-se as secreções das glândulas salivares, glândulas gástricas, glândulas intestinais, fígado e pâncreas, todas auxiliando na digestão do alimento. Embora o trato gastrointestinal seja um tubo contínuo, é divisível em regiões especializadas cada uma das quais executando funções específicas na digestão dos alimentos. Essas regiões incluem a *boca, faringe, esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso*.

As atividades do sistema digestivo podem ser divididas em seis processos básicos:

1. Ingestão do alimento na boca.
2. Movimento do alimento ao longo do tubo digestivo.
3. Preparação mecânica do alimento para a digestão.
4. Digestão química do alimento.
5. Absorção do alimento digerido para os sistemas circulatório e linfático.



6. Eliminação das substâncias não-digeríveis e restos metabólicos do corpo, pela defecação.

Neste livro, nosso interesse principal reside na anatomia do sistema digestivo e nos processos mecânicos envolvidos na preparação do alimento para a digestão. Entretanto, os processos químicos da digestão são discutidos sucintamente em cada órgão digestivo, e resumidos no final do capítulo.

## DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DO SISTEMA DIGESTIVO

---

Nas primeiras fases do desenvolvimento, o embrião é um cilindro oco coberto externamente por ectoderme. Sua cavidade, que é revestida por **endoderme**, é o trato digestivo em desenvolvimento (Figura 20-2). A porção do trato que se estende anteriormente para a região da cabeça é o **intestino primitivo anterior**; a porção que se estende posteriormente é o **intestino primitivo posterior**; e a região central é o **intestino primitivo médio**. Até a quinta semana de desenvolvimento o intestino abre-se numa bolsa chamada saco vitelino. Após a quinta semana, o pedúnculo do saco vitelino contrai-se, fechando o intestino médio.

F 20-2

Nos estágios precoces do desenvolvimento, a região anterior do intestino primitivo expande-se formando bolsas chamadas **bolsas faríngeas**. Com a continuação do crescimento, o intestino anterior faz contato com a ectoderme da superfície e nesse ponto a ectoderme forma uma depressão chamada **estomodeu** (a futura boca). A **membrana bucal** (bucofaríngea) que separa o intestino anterior do estomodeu rompe-se durante a quarta semana do desenvolvimento, e o intestino anterior torna-se contínuo com o exterior do embrião através da boca. De forma similar, o intestino posterior faz contato com uma depressão da ectoderme chamada **proctodeu** (o futuro ânus). Com a ruptura da **membrana cloacal** que separa o intestino posterior do proctodeu, o trato digestivo forma um tubo contínuo prévio, da boca ao ânus.

Com o desenvolvimento posterior, formam-se brotamentos ocos da endoderme em vários locais ao longo do intestino anterior. Esses brotamentos crescem na mesoderme que rodeia o trato digestivo, dando origem à glândula tireóide, às glândulas paratireóides, glândulas salivares, fígado, vesícula biliar e pâncreas. A tireóide e as paratireóides mais tarde perdem suas conexões com o trato digestivo e funcionam como glândulas endócrinas. As glândulas salivares, fígado, vesícula biliar e pâncreas retêm suas conexões com o tubo digestivo por meio de ductos. Conseqüentemente, servem como glândulas acessórias ao sistema digestivo.

## ANATOMIA DO SISTEMA DIGESTIVO

---

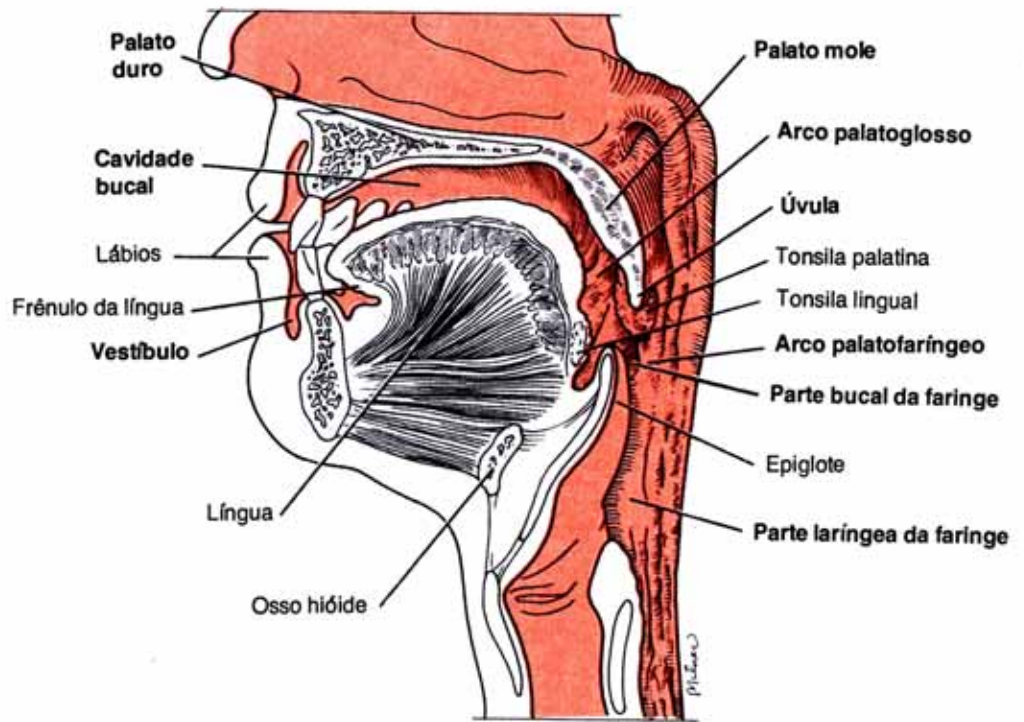
É importante guardar que todo o trato digestivo é revestido por **membrana mucosa**, que protege os tecidos subjacentes, e ao mesmo tempo permite a absorção do alimento digerido no intestino.

A membrana, para ser adequada à absorção, deve ser delgada e úmida. A secreção de muco pelas células da membrana mucosa conservam a membrana úmida; pelo fato de o muco ser viscoso, ele também serve como mecanismo protetor. Assim, a delgada membrana que reveste as regiões de absorção do trato digestivo providencia adequada proteção desde que esteja coberta por muco.

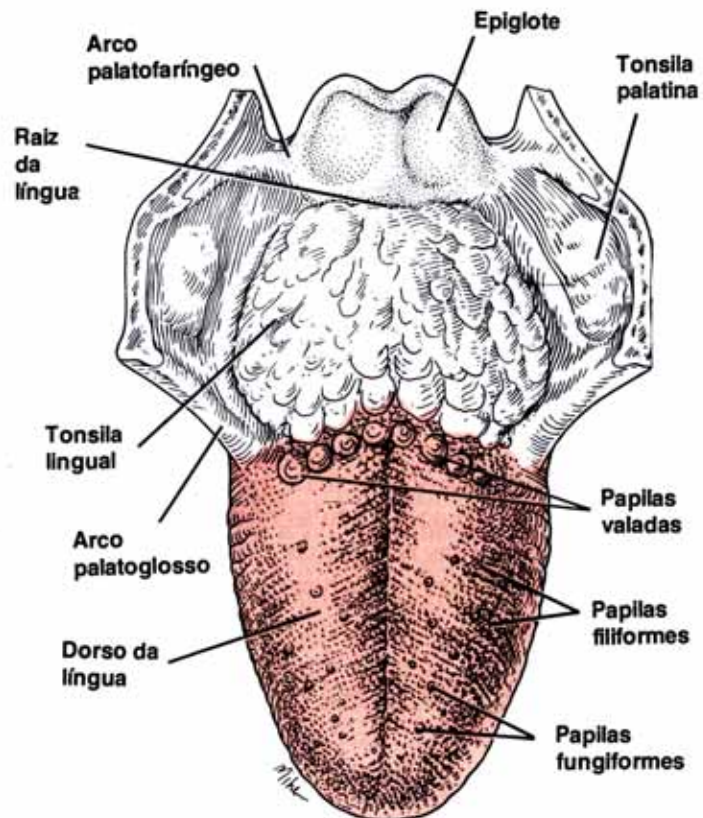
### Boca

A **boca** é a primeira parte do trato digestivo. Estende-se desde os lábios até a bucofaringe (Figura 20-3). A face externa dos lábios está coberta de pele que



**Figura 20-3**

Secção sagital da cavidade da boca e da cavidade da faringe.

**Figura 20-4**

Face dorsal da língua.

tem uma camada de células superficiais relativamente transparente, que permite a observação dos capilares subjacentes através dela. Por esta razão os lábios apresentam-se vermelhos. Como essa superfície dos lábios não é queratinizada (córnea), ocorre evaporação nos lábios. Conseqüentemente, os lábios devem ser umedecidos freqüentemente para prevenir o ressecamento e as rachaduras. A face interna dos lábios e o restante da boca estão revestidos por uma mucosa que tem uma camada superficial de células pavimentosas não queratinizadas. Nenhum alimento é absorvido na boca, já que as células de revestimento não



são capazes de fazer absorção. A camada superficial estratificada adiciona um grau extra de proteção contra partículas alimentares abrasivas.

Com propósitos descritivos, a boca pode ser dividida em *cavidade própria da boca*, que é o largo espaço interno aos dentes, que aloja a língua, e o *vestíbulo da boca*, que é o pequeno espaço que separa os lábios e as bochechas dos dentes e gengivas. Os lábios e bochechas ajudam a movimentar o alimento entre os dentes superiores e inferiores durante a *mastigação*, e também ajudam na fala.

O teto da boca é formado anteriormente pelo **palato duro** e posteriormente pelo **palato mole**. O palato duro é formado pelos ossos palatinos e maxilas. O palato mole, que se estende posteriormente ao palato duro, separa a cavidade bucal da nasofaringe. É composto principalmente de músculos. O palato mole é empurrado para cima durante a deglutição, bloqueando a entrada da cavidade do nariz via faringe e servindo para prevenir que alimentos e bebidas possam entrar na cavidade do nariz. A **úvula** é uma pequena saliência muscular que pende da margem posterior do palato mole. Serve como um coxim prevenindo o palato mole de ser empurrado para a cavidade do nariz durante a deglutição. O palato mole está unido lateralmente à língua pelos **arcos palatoglossos** e à parede da bucofaringe pelos **arcos palatofaríngeos**. As tonsilas palatinas, que são compostas principalmente de tecido linfóide, estão localizadas nas fossas entre os dois arcos, uma região chamada **fauces**.

## Língua

A língua forma o assoalho da boca (Figura 20-3). É composta de feixes entrelaçados de músculos esqueléticos cobertos por uma membrana mucosa. Os músculos extrínsecos da língua originam-se no osso hióide, na mandíbula e no processo estilóide dos ossos temporais. Esses músculos movem a língua para frente, para trás e para os lados. Os músculos intrínsecos originam-se e se inserem na própria língua. Suas fibras correm em várias direções e modificam a forma da língua de diferentes maneiras. Por causa desses dois lotes de músculos, a língua é muito móvel e é usada para movimentar o alimento, para a deglutição, e na fala. F 20-3

A membrana mucosa que cobre o dorso da língua é modificada pela presença de numerosas pequenas projeções chamadas **papilas** (Figura 20-4). Estas variam na forma; cada tipo tende a ser mais comum em certas regiões da superfície lingual. As **papilas filiformes**, que são pequenos cones, estão distribuídas em fileiras com forma de “V” em toda a superfície dorsal da língua. Intrometidas entre as papilas filiformes estão formações achatadas, em forma de cogumelos, as **papilas fungiformes** (Figura 20-5a). Cerca de uma dúzia de **papilas valadas** formam um “V” invertido para trás do fundo da língua (Figura 20-5b). **Botões gustatórios** são encontrados nas papilas valadas e nas fungiformes. As papilas filiformes tornam a superfície da língua rugosa, habilitando-a a movimentar os alimentos à sua volta durante a mastigação. A face dorsal posterior da língua contém um agregado de pequenos nódulos linfáticos chamado **tonsila lingual**. F 20-4

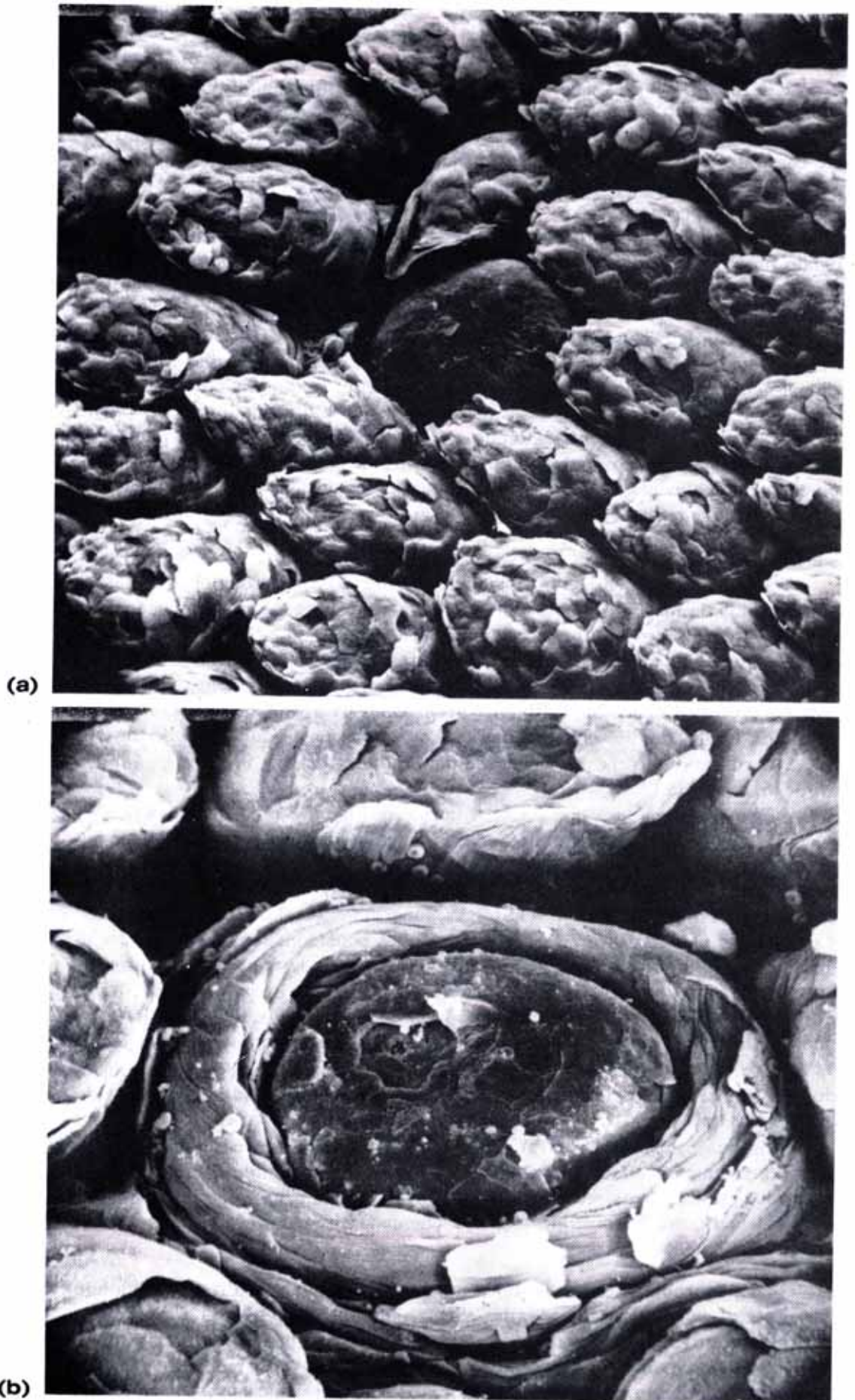
A língua está unida ventralmente ao assoalho da boca por uma prega da membrana mucosa chamada **frênulo da língua**. Se o frênulo é muito curto a ponto de prejudicar os movimentos da língua, interfere na fala. Tal condição, que pode ser corrigida cirurgicamente, é chamada “língua presa”. F 20-5a  
F 20-5b

## Dentes

Os dentes sobressaem-se na boca a partir de **alvéolos** localizados ao longo dos processos alveolares das maxilas e da mandíbula. As **gengivas**, formadas de epitélio estratificado pavimentoso e tecido conjuntivo fibroso irregular, cobrem os processos alveolares. Os alvéolos são revestidos por uma membrana fibrosa chamada **membrana periodontal** (Figura 20-6). A destruição dessa membrana por bactérias pode provocar infecção no alvéolo e a perda do dente. F 20-6

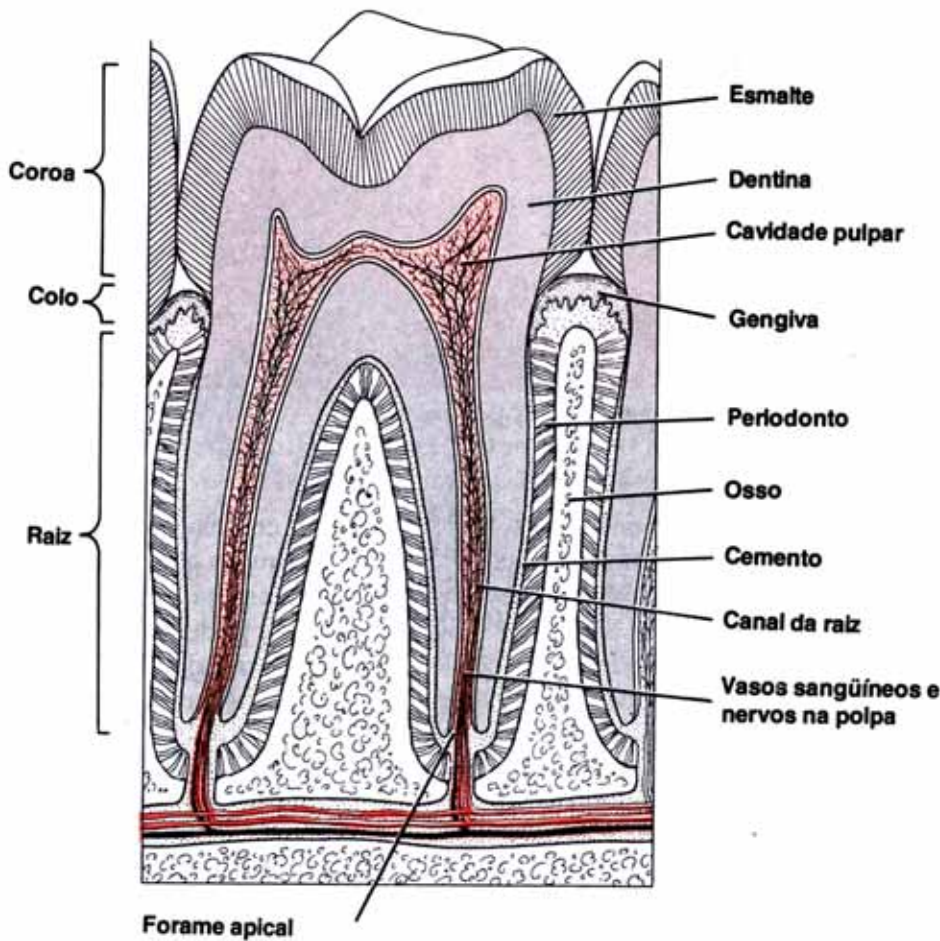
A porção de cada dente que se sobressai da gengiva na boca é chamada **coroa**. Uma ou mais **raízes** ancoram o dente no alvéolo. Entre a coroa e a raiz encontra-se uma parte com ligeira constrição, chamada **colo**.



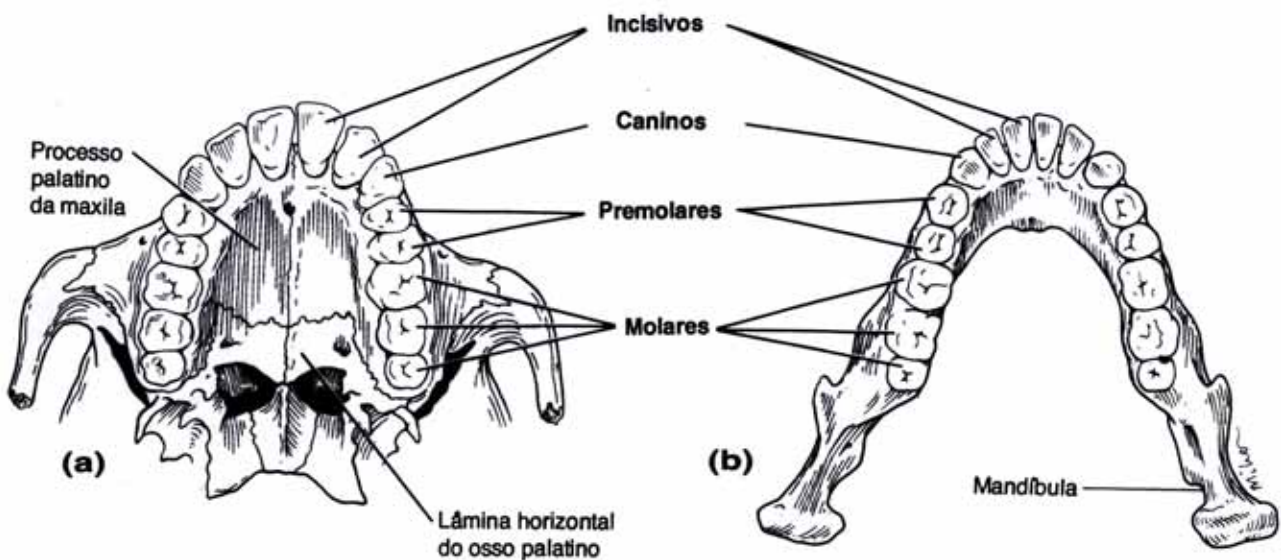


**Figura 20-5**  
Papilas da língua. (a) Papila fungiforme (centro) rodeada por papilas filiformes (x 195). (b) Papila valada (x 606).





**Figura 20-6**  
Seção longitudinal de um dente molar dentro do alvéolo.



**Figura 20-7**  
Dentes permanentes (a) da maxila e (b) da mandíbula.

Cada dente é composto na sua maior parte de uma substância calcificada, dura, chamada **dentina**. A dentina da coroa é coberta por **esmalte**, que é mais duro que aquela. Uma substância semelhante a osso, denominada **cemento**, cobre a dentina da raiz e ancora o dente na membrana periodontal que reveste o alvéolo. A região central do dente contém uma **cavidade pulpar**, na qual são encontrados vasos sangüíneos, nervos e um tecido conjuntivo chamado **polpa**. Essa cavidade estende-se para baixo, em cada raiz, pelo **canal radicular**. No final de cada canal radicular encontra-se um **forame apical**, através do qual os vasos sangüíneos e nervos penetram na cavidade pulpar.



**Tabela 20-1** Número de Tipos de Dentes Específicos na Maxila e na Mandíbula

	Decíduos	Permanentes
Incisivos	4	4
Caninos	2	2
Pré-molares	0	4
Molares	4	6
TOTAL	20	32

Certas bactérias encontradas na boca podem produzir enzimas e ácidos que são capazes de destruir o esmalte dos dentes. O ponto destruído chama-se *cárie dentária*. Uma vez que o esmalte já esteja perfurado, a dentina também pode ser destruída pelas enzimas e ácidos. Se a polpa é atingida, pode irritar os nervos na cavidade pulpar, causando a dor de dente. A aplicação de fluoreto, diretamente no dente ou na água de beber, parece tornar o esmalte mais resistente a essas enzimas e ácidos fabricados pelas bactérias.

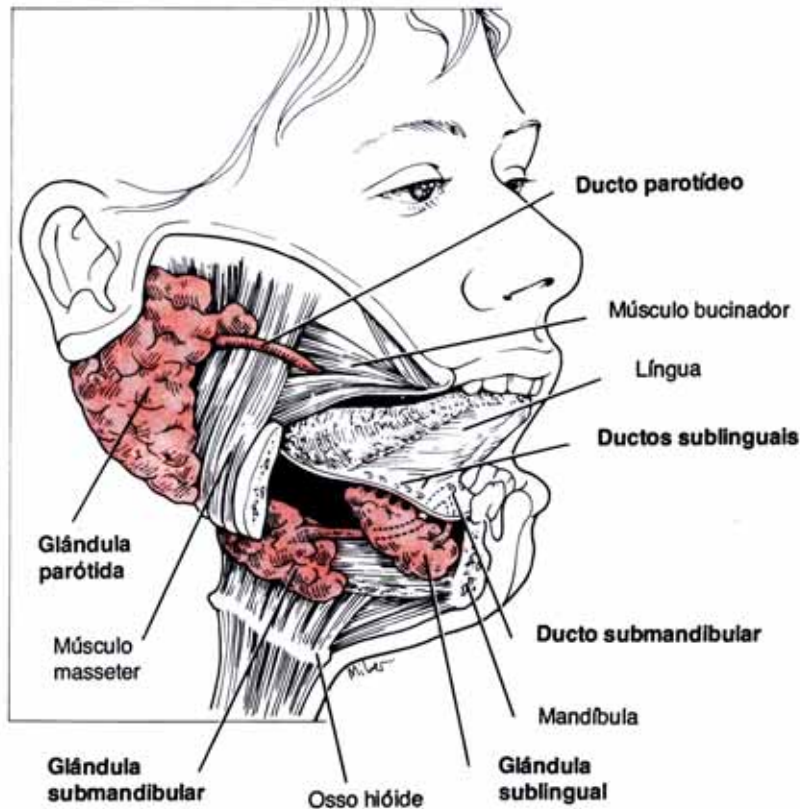
F 20-7 Há quatro tipos de dentes, nomeados de acordo com sua função ou forma (Figura 20-7). Cada tipo de dente executa uma função específica na preparação do alimento para a digestão. Os dentes da frente, cortados em bisel, chamados **incisivos**, estão especialmente adaptados para cortar. De cada lado dos incisivos estão dentes cônicos chamados **caninos**, que servem para perfurar o alimento. Os **pré-molares** e **molares** têm coroas largas com cúspides arredondadas, que ajudam a triturar e dilacerar os alimentos.

Tabela 20-1 Normalmente, dois conjuntos de dentes desenvolvem-se durante a vida de uma pessoa. Há 20 dentes **decíduos** ou **de leite**, que irrompem através da gengiva a intervalos regulares, começando com os incisivos ao redor do sexto mês de idade. Todos os dentes decíduos estão presentes por volta dos dois anos e meio. Há 32 dentes **permanentes**. Estes tomam o lugar dos decíduos a partir dos seis anos de idade até cerca de 17 anos, quando todos os dentes temporários geralmente já foram substituídos. Os **terceiros molares** (*dentes do siso*) são os últimos a irromper, geralmente entre os 17 e 25 anos de idade. É relativamente freqüente o fato de o dente do siso não irromper ou ficar incluso na mandíbula de tal forma que não possa irromper (dente impactado). A Tabela 20-1 resume o número de cada tipo de dente que está presente em cada maxilar, tanto na dentição decídua como na permanente.

### Glândulas Salivares

F 20-8 Cerca de 1.000 a 2.000 ml de saliva são secretados diariamente na boca. Parte desta é produzida por inúmeras **glândulas bucais** localizadas na membrana mucosa da cavidade da boca. Estas glândulas secretam continuamente e conservam a mucosa úmida. A maior parte da saliva, entretanto, é secretada por três pares de *glândulas salivares*, que são ativadas principalmente pelo estímulo associado ao alimento (Figura 20-8). Estas grandes glândulas salivares são do tipo composto tubuloalveolar, formadas de extremidades tubulares cegas e de alvéolos. O maior par de glândulas salivares, as **glândulas parótidas**, estão localizadas abaixo e anteriormente à orelha, na face posterior do músculo masseter. Cada glândula parótida tem um canal (ducto parotídeo) que cruza o músculo masseter, perfura o músculo bucinador e abre-se no vestíbulo da boca, na altura do segundo dente molar superior. As **glândulas submandibulares** estão localizadas medialmente ao ângulo da mandíbula. O canal de cada glândula submandibular (ducto submandibular) atravessa o assoalho da boca para a frente e abre-se na base do frênulo da língua. As **glândulas sublinguais** estão localizadas no assoalho da boca, numa dobra da membrana mucosa. Cada glândula sublingual tem numerosos pequenos canais (ductos sublinguais meno-



**Figura 20-8**

Glândulas salivares maiores. O lado direito da mandíbula foi removido para expor as glândulas submandibular e sublingual.

res) que se abrem no assoalho da boca e, freqüentemente, um canal mais largo (ducto sublingual maior) que se une com o ducto da glândula submandibular. As glândulas parótidas produzem uma secreção serosa aquosa, as sublinguais produzem uma secreção mucosa e as submandibulares produzem uma secreção mista de serosa e mucosa.

Além de conservar a mucosa da boca úmida e de limpar a boca e os dentes, a saliva ajuda na preparação do alimento, tornando-o úmido – permitindo a formação de uma massa (bolo alimentar) – e tornando-o mais fácil de ser mastigado e deglutido. A saliva também dissolve algumas moléculas do alimento, fazendo com que o alimento tenha gosto. Ademais, as secreções das glândulas salivares pares contêm uma enzima – a *amilase salivar* – que dá início à digestão dos carboidratos.

## Faringe

O alimento que é deglutido passa da boca para a parte bucal da faringe e depois para a parte laríngea da faringe. Estas duas porções da **faringe**, que servem como uma passagem comum aos sistemas digestivo e respiratório, estão descritas com mais detalhes no Capítulo 19. A principal função da faringe está relacionada com as contrações musculares envolvidas na deglutição. Após deixar a parte laríngea da faringe, o alimento entra no esôfago.

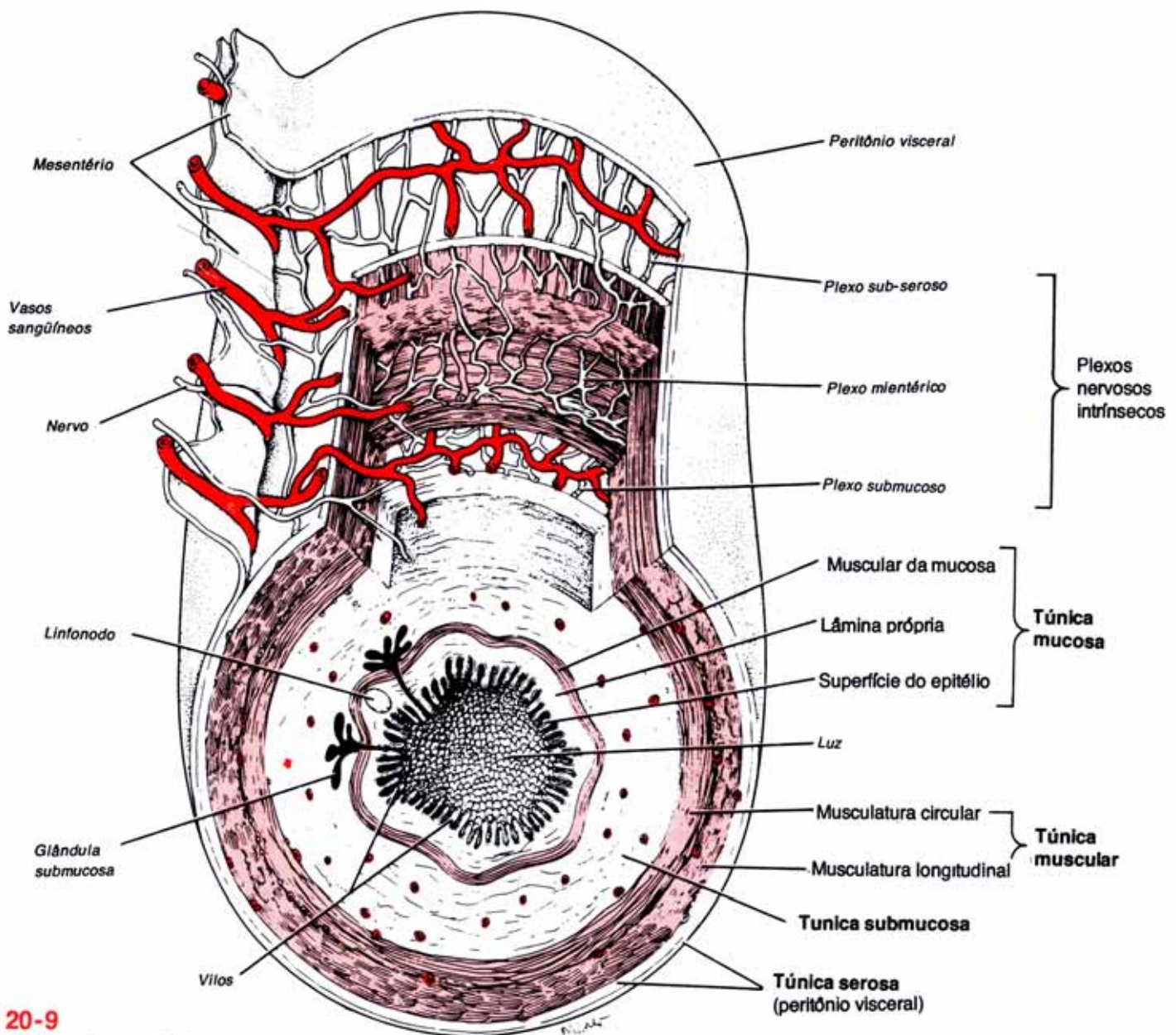
## Parede do Trato Gastrointestinal

Começando no esôfago e estendendo-se até o ânus, a parede do tubo digestivo tem o mesmo arranjo básico de quatro camadas (túnicas), com complexa rede de nervos interconectando as túnicas (Figura 20-9). Embora a estrutura da parede seja modificada em várias regiões do trato digestivo, as quatro camadas básicas estão presentes e são, a partir da luz (cavidade) para fora: a *túnica mucosa*, a *túnica submucosa*, a *túnica muscular* e a *túnica serosa* ou *adventícia*.

### Túnica Mucosa

A **túnica mucosa** é a membrana mucosa que reveste o trato digestivo. Consiste de três camadas:





**Figura 20-9**  
Estrutura básica da parede do trato digestivo.

1. Uma **camada epitelial** que bordeja a luz. No esôfago é um epitélio estratificado pavimentoso. No restante do trato, é um epitélio cilíndrico simples.
2. Uma **lâmina própria** composta de tecido conjuntivo frouxo na qual as células epiteliais estão fixadas. Vasos sanguíneos, nódulos linfáticos e pequenas glândulas estão geralmente localizados nesta camada.
3. Por fora da lâmina própria está uma delgada camada de fibras musculares lisas, chamada **muscular da mucosa**.

#### Túnica Submucosa

A **túnica submucosa** é uma espessa camada de tecido conjuntivo frouxo ou fibroso localizada profundamente à mucosa. Contém vasos sanguíneos, vasos linfáticos, nervos e, em algumas regiões, glândulas.

#### Túnica Muscular

Na maior parte das regiões do trato digestivo, a **túnica muscular** é uma



dupla camada de tecido muscular. As fibras musculares da camada interna estão arranjadas circularmente em volta do tubo, enquanto as fibras mais externas estão organizadas longitudinalmente, ao longo do comprimento do tubo. Em diversos pontos ao longo do trato, as fibras da camada circular estão espessadas, formando esfíncteres que controlam o movimento do alimento de uma região do trato para outra. Na parte superior do esôfago, a túnica muscular é composta de fibras musculares esqueléticas (voluntárias). Em todo o restante do trato, as fibras musculares são lisas (involuntárias). As contrações rítmicas desses músculos produzem o peristaltismo, que move o alimento em direção ao ânus.

### Túnica Serosa ou Adventícia

A túnica mais externa do tubo digestivo é composta fundamentalmente de uma camada de tecido conjuntivo. No esôfago esse tecido conjuntivo está mergulhado no tecido conjuntivo das estruturas adjacentes e é chamado **adventícia**. Ao longo do resto do tubo digestivo, o tecido conjuntivo encontra-se coberto por uma membrana serosa formada de uma camada única de células epiteliais pavimentosas, formando o peritônio visceral. Neste caso, essa túnica é chamada **serosa**.

### Plexos Nervosos Intrínsecos

Entre as quatro túnicas que formam a parede do trato digestivo, há complexas interconexões de neurônios organizados em plexos nervosos intrínsecos. Estes são referidos como *submucoso*, *sub-seroso* ou *mientérico*, de acordo com sua localização. O plexo mientérico está localizado entre as duas camadas de cobertura muscular. Os plexos nervosos intrínsecos coordenam muitas atividades do trato digestivo.

## Esôfago

O **esôfago** é um tubo muscular que conecta a faringe com o estômago. Está localizada atrás da traquéia, atravessa o mediastino do tórax e passa através do diafragma por meio de uma abertura chamada *hiato esofágico*. O alimento é movido ao longo do esôfago por ondas de contração (*peristaltismo*) dos músculos da parede. Na porção superior, próximo à faringe, a parede do esôfago contém músculos esqueléticos. Nas porções inferiores do esôfago os músculos da parede são lisos.

## Estômago

Logo após haver passado através do diafragma, o esôfago abre-se no **estômago** (Figura 20-10). Este órgão prepara os alimentos ingeridos, por meios mecânicos e químicos, para a digestão. Está colocado à esquerda do plano mediano, logo abaixo do diafragma. A abertura do esôfago no estômago é chamada **óstio cardíaco**. A saída do estômago, na junção com o intestino delgado, é guarnecida pelo **esfíncter pilórico**.

F 20-10

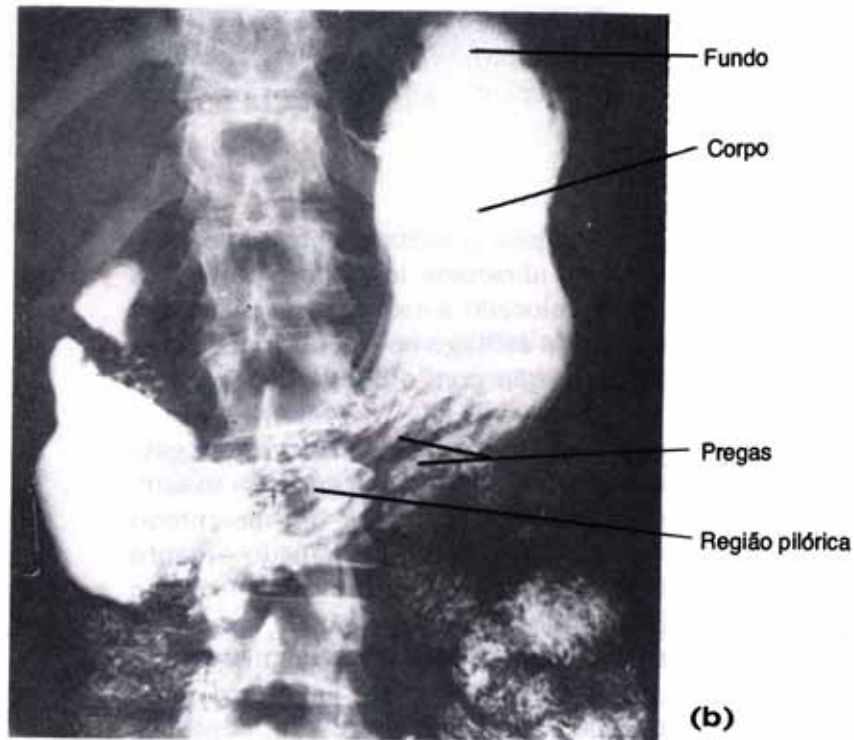
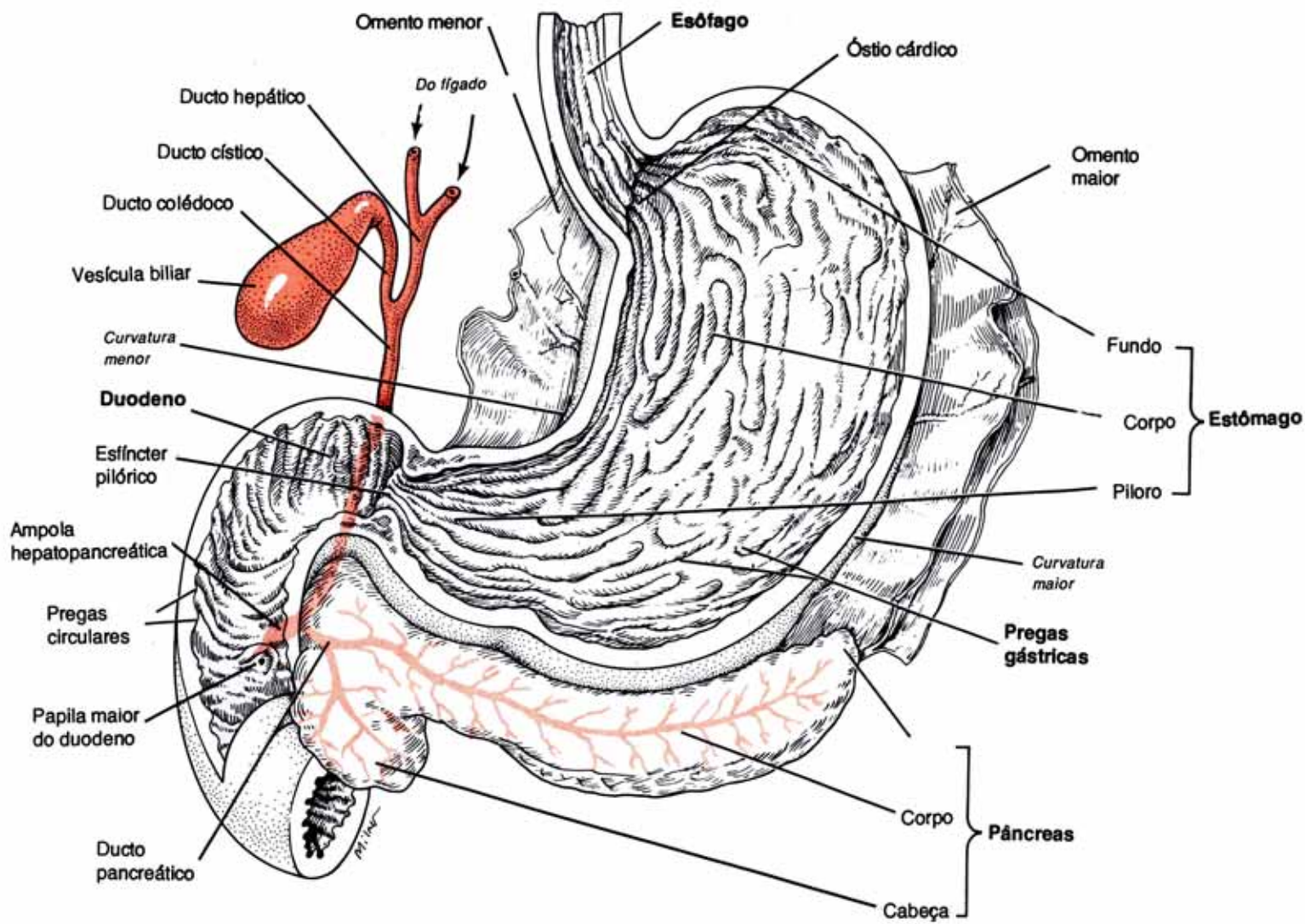
A curvatura direita do estômago, que é côncava, é chamada **curvatura gástrica menor**. A borda esquerda convexa constitui a **curvatura gástrica maior**. A curvatura menor está ligada à face inferior do fígado por um mesentério constituído por uma dupla camada de peritônio visceral, denominado **omento menor** (Figura 20-11). Estas duas camadas separam-se na curvatura menor e formam a serosa nas faces do estômago. As membranas se reúnem na grande curvatura para formar o **omento maior**. Este se apresenta como um mesentério pregueado que forma uma espécie de cortina que cobre a face anterior do colo transversal e as flexuras do intestino delgado. Geralmente apresenta depósitos localizados de gordura.

F 20-11

A parte principal do estômago é chamada **corpo gástrico**. O **fundo gástrico** é a parte que se projeta acima da entrada do esôfago. O corpo do estômago afunila-se inferiormente para formar uma região chamada **piloro**, que se une com o duodeno, a primeira parte do intestino delgado.

A parede do estômago é formada de quatro camadas (túnicas) básicas que



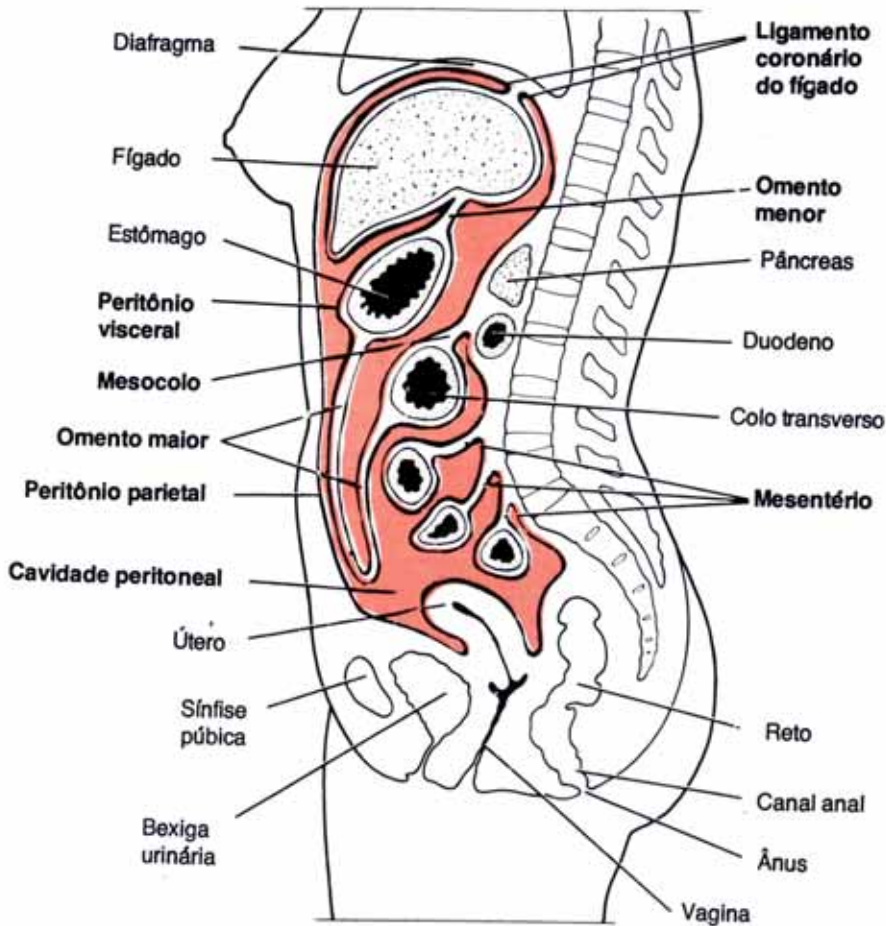


**Figura 20-10**

(a) Secção frontal do estômago e duodeno mostrando os ductos biliares e pancreáticos. (b) Raio x da porção superior do trato gastrintestinal após contraste com bário. A

parte inferior do estômago está em contração, separando as rugas em pregas visíveis.



**Figura 20-11**

Secção sagital da cavidade abdominopélvica feminina mostrando o peritônio, os omentos e o mesentério.

são típicas do trato digestivo (Figura 20-12). No estômago, entretanto, as células epiteliais da mucosa são mais cilíndricas simples do que estratificadas pavimentosas como no esôfago. O epitélio da mucosa permanece cilíndrico simples ao longo dos intestinos. Quando o estômago está vazio, a mucosa e a submucosa formam pregas denominadas **pregas gástricas** (rugae). No estômago cheio, essas pregas apresentam-se achatadas.

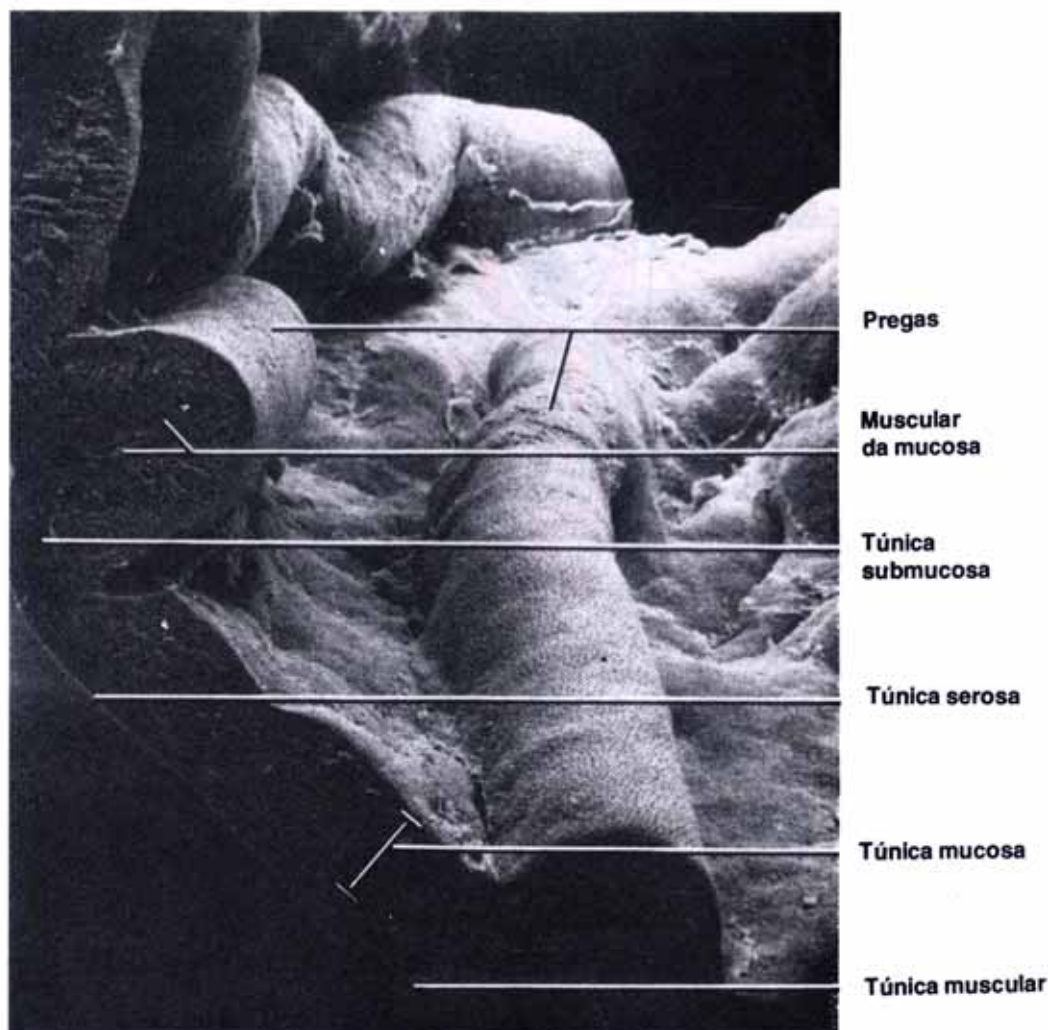
A modificação encontrada na mucosa do estômago é a presença de muitas **glândulas gástricas** que ocupam a lâmina própria. Estas glândulas, que secretam suco gástrico, esvaziam-se na superfície da mucosa através de pequenas invaginações chamadas **fovéolas gástricas** (Figura 20-13). As glândulas gástricas localizadas no corpo e no fundo do estômago (glândulas gástricas próprias ou glândulas fúndicas) contêm vários tipos de células:

**F 20-12****F 20-13**

1. **Células mucosas do colo** (mucóides), localizadas perto das fovéolas gástricas.
2. **Células do zimogênio**, que secretam *pepsinogênio*, um precursor da enzima digestiva de nome *pepsina*.
3. **Células parietais**, que produzem *ácido clorídrico*.
4. **Células enteroendócrinas (argentafins)**, que produzem o hormônio *gastrina*.

As glândulas da região cárdica (**glândulas cárdicas**) e da região pilórica (**glândulas pilóricas**) secretam principalmente muco. As numerosas células mucosas do estômago produzem uma camada de muco que adere ao estômago revestindo e protegendo a mucosa gástrica. O ácido clorídrico mata boa parte das bactérias que entram no trato digestivo com o alimento. Além disso, ajuda na digestão das proteínas e converte o pepsinogênio, que é inativo, em pepsina. Esta inicia a digestão das proteínas rompendo certas ligações químicas que





**Figura 20-12**

As tûnicas da parede do estômago (x 28). (De *Tissues and Organs: A Text-Atlas of Scanning Electron Microscopy* by Richard G. Kessel and Randy H. Kardon. W.H. Freeman and Company. Copyright © 1979.)

mantêm os aminoácidos unidos, formando dessa forma pequenas cadeias de aminoácidos chamadas *polipeptídios*. A gastrina estimula a secreção de ácido clorídrico pelas células parietais.

Outra modificação é encontrada na túnica muscular. Além das camadas circular e longitudinal, a parede do estômago tem uma camada oblíqua de músculo entre a camada circular e a submucosa. Essa camada adicional de músculo na parede torna possível contrações muito fortes no estômago e ajuda na sua principal função – amassar o alimento e misturá-lo com os sucos digestivos.

### Intestino Delgado

O estômago esvazia-se no **intestino delgado** – a mais longa e mais sinuosa porção do trato digestivo (cerca de 6 m). O intestino delgado une-se com o intestino grosso pela valva ileocecal. É revestido por epitélio cilíndrico simples que contém *células* especializadas para absorver nutrientes, que é a função principal do intestino delgado. Com base na estrutura microscópica, o intestino delgado pode ser dividido em três regiões não nitidamente separadas uma da outra:

1. O **duodeno**, que representa os primeiros 25 cm do intestino delgado, encurvado ao redor da cabeça do pâncreas (Figura 20-10a). O **ducto colédoco**, do fígado, e o **ducto pancreático**, do pâncreas, unem-se para formar a **ampola hepatopancreática** (a antiga *ampola de Vater*), que se abre no duodeno na **papila maior**. Esta abertura é rodeada por um músculo esfíncter, chamado **esfíncter hepatopancreático** (o antigo *esfíncter de Oddi*). O ducto colédoco transporta bile, e as enzimas digestivas são transportadas pelo ducto pancreático. O duodeno é retroperitoneal – isto

F 20-10a



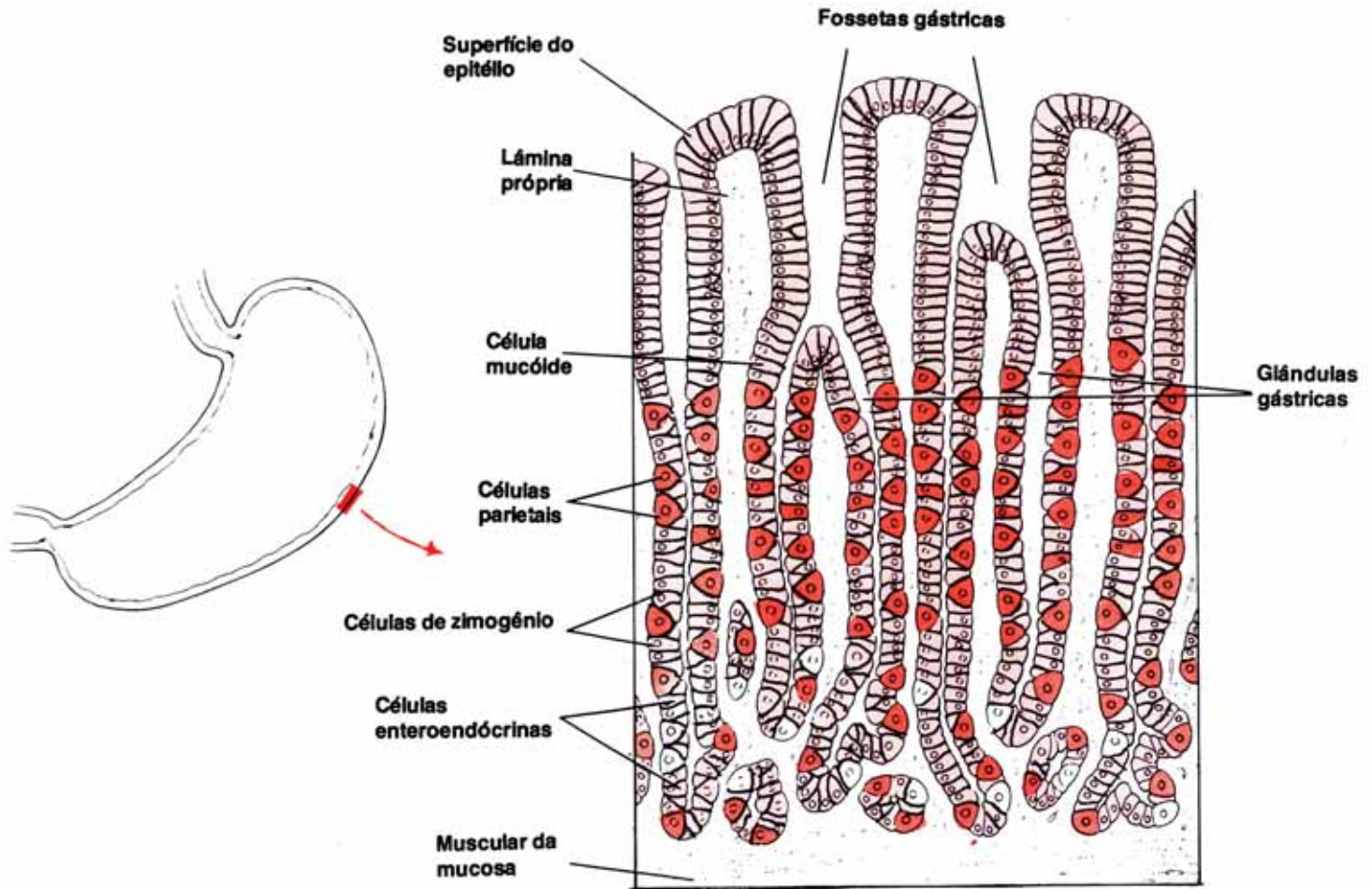


Figura 20-13

Estrutura das glândulas gástricas.

F 20-11

é, situado atrás do peritônio – e está firmemente aderido à parede posterior do corpo (Figura 20-11).

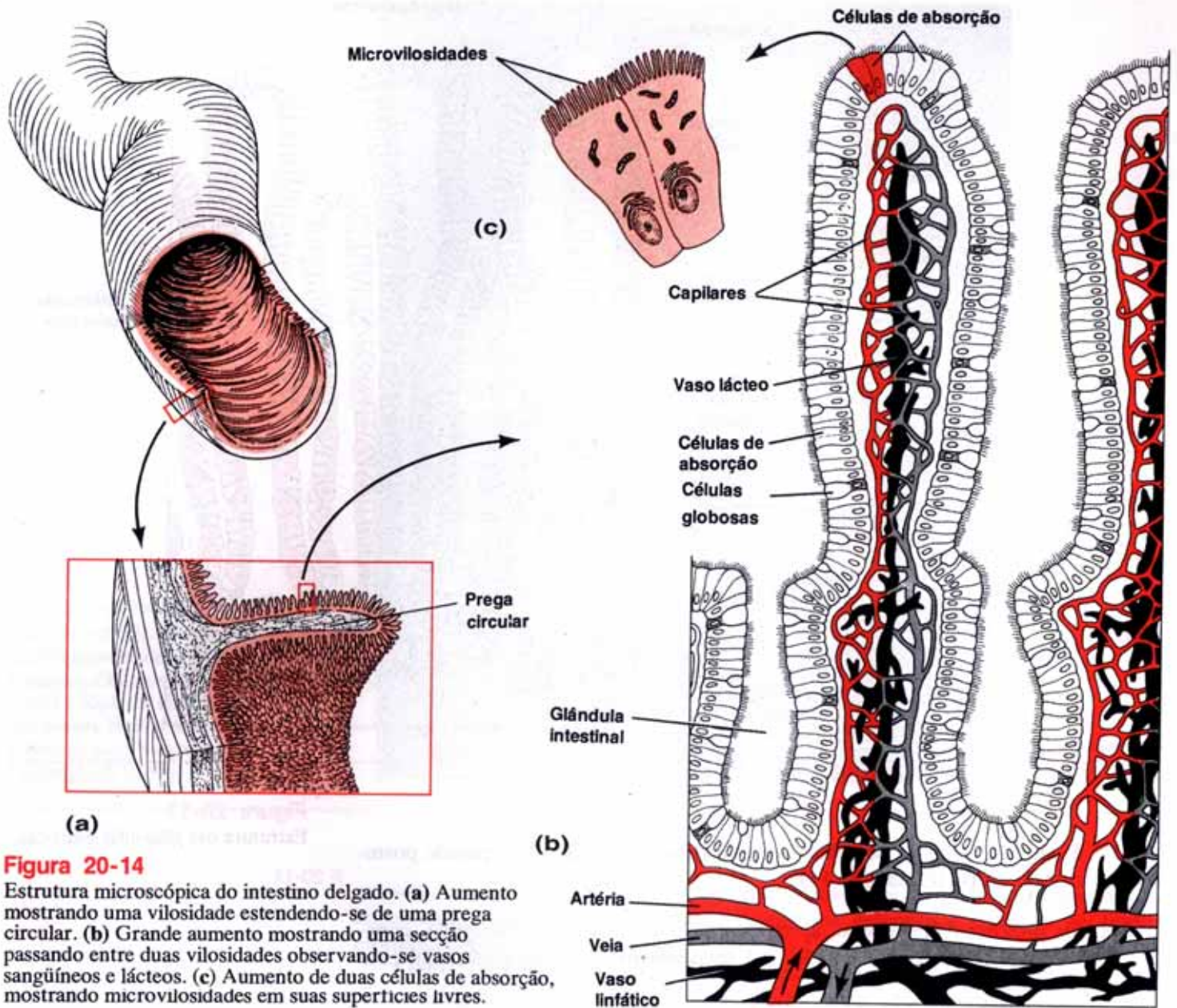
- Os próximos 2,5 metros, aproximadamente, do intestino delgado, constituem o **jejuno**. Esta porção está suspensa na cavidade abdominal pelo mesentério.
- O **fleo** constitui os restantes 3,5 metros, ou algo assim, do intestino delgado. A entrada do fleo no ceco do intestino grosso é guarnecida pela **valva ileocecal**. Ao invés de ser um verdadeiro esfíncter, esta valva é composta por duas pregas de tecido. O fleo, como o jejuno, está suspenso na parede posterior do corpo pelo mesentério. Este permite ao intestino delgado mover-se durante as contrações peristálticas, sendo também suporte para os vasos sanguíneos e linfáticos, e para os nervos que suprem os intestinos.

As modificações na parede do intestino delgado estão nas túnicas mucosa e submucosa. Estas camadas formam pregas de forma circular, permanentes (**pregas circulares**) que se projetam na luz do intestino delgado e aumentam a superfície da mucosa (Figura 20-10). A área superficial da mucosa é aumentada mais ainda pelas **vilosidades intestinais**, que são projeções muito finas, em forma de dedo de luva, da mucosa da luz (Figura 20-14). As vilosidades são tão numerosas e tão próximas umas das outras que a mucosa do intestino delgado tem um aspecto aveludado. Cada vilosidade tem uma capa superficial constituída de uma só camada de células epiteliais, e contém um capilar linfático chamado **vaso lácteo** ou **quilífero**. Este é rodeado por uma rede de capilares sanguíneos. Dois tipos principais de células epiteliais cobrem a superfície das vilosidades: **células globosas**, que secretam muco e as muito numerosas **células absorventes**, que participam da absorção e digestão do material alimentar. A fa-

F 20-10

F 20-14



**Figura 20-14**

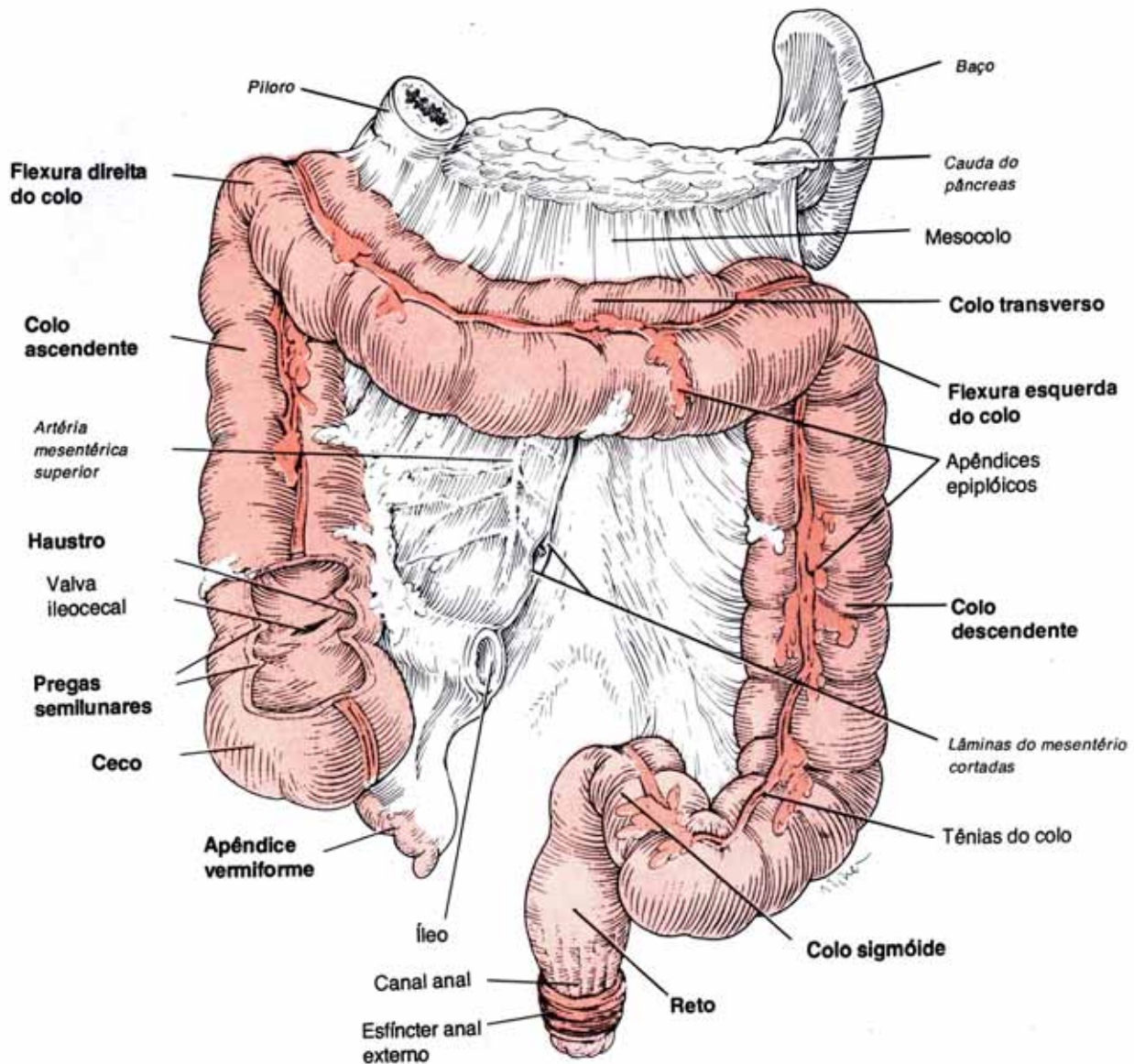
Estrutura microscópica do intestino delgado. (a) Aumento mostrando uma vilosidade estendendo-se de uma prega circular. (b) Grande aumento mostrando uma seção passando entre duas vilosidades observando-se vasos sanguíneos e lácteos. (c) Aumento de duas células de absorção, mostrando microvilosidades em suas superfícies livres.

ce livre das células absorventes está pregueada por projeções muito pequenas chamadas **microvilos**. Estes aumentam grandemente a área superficial total da mucosa intestinal. Esta área toda ajuda na absorção dos alimentos digeridos, que devem atravessar a mucosa antes de entrar nos vasos capilares ou nos lácteos.

A mucosa contém muitas **glândulas intestinais** tubulares (as antigas *criptas de Lieberkuhn*), localizadas entre as bases das vilosidades. Na submucosa do duodeno estão glândulas mucosas chamadas **glândulas duodenais** que geralmente vertem seu produto nas glândulas intestinais.

As glândulas intestinais secretam o *suco intestinal* que contém poucas enzimas digestivas. Essas glândulas servem como fontes de células epiteliais ricas em enzimas que migram para as vilosidades, onde substituem as células superficiais que estão constantemente se perdendo na luz do intestino. As enzimas são capazes de se manter presas às membranas plasmáticas dos microvilos das células absorventes, de tal maneira que digerem os alimentos dentro das células, *mais do que na luz* do intestino delgado. O produto das células das glândulas intestinais contém enzimas que digerem carboidratos, proteínas e lipídios (Tabela 20-2).





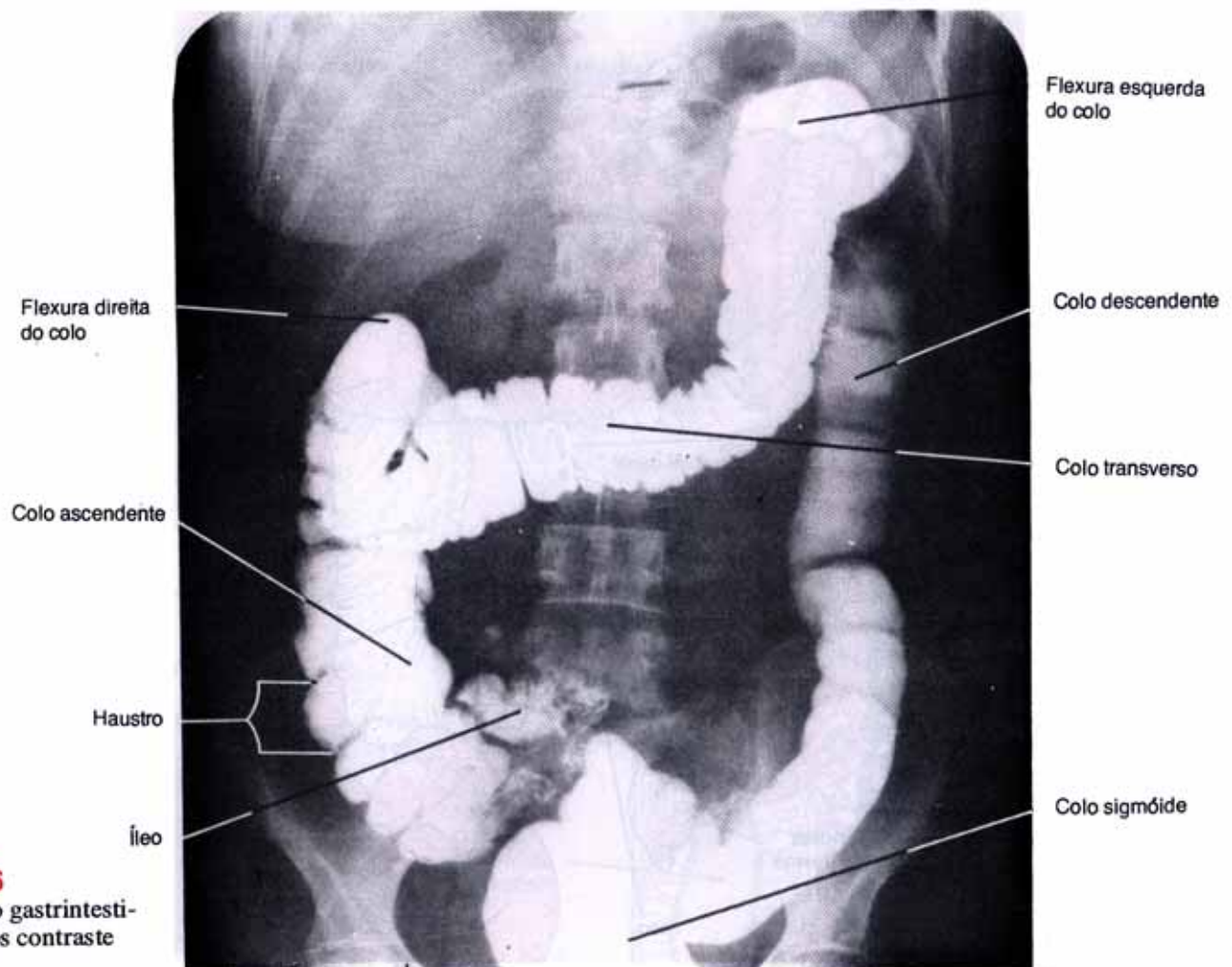
A maioria das enzimas digestivas que agem no intestino delgado originam-se no pâncreas, sendo transportadas para o intestino pelo ducto pancreático. As enzimas pancreáticas agem também sobre os carboidratos, as proteínas e os lipídios. A bile do fígado é transportada ao intestino delgado pelo ducto colédoco. A bile ajuda na digestão dos lipídios. Por causa da presença de bile bem como de enzimas pancreáticas e intestinais que agem em todos os tipos de alimentos, a maior parte da digestão ocorre no intestino delgado. Ali também ocorre a maior parte da absorção, pela grande área determinada pela presença de vilosidades e microvilos.

### Intestino Grosso

O **intestino grosso**, que tem cerca de 1,5 m de comprimento, estende-se desde a valva ileocecal até o ânus (Figuras 20-15 e 20-16). É assim denominado porque seu diâmetro em muitas regiões é bem maior do que o do intestino delgado. Como este, o intestino grosso é revestido por um epitélio cilíndrico simples tendo células absorventes e células caliciformes (mucosas), estas últimas muito abundantes. Muito poucas enzimas, entretanto, são produzidas pelas células epiteliais. O intestino grosso começa numa dilatação cega chamada **ceco**, que se comunica com o íleo do intestino delgado. O **apêndice vermiforme** é

F 20-15,  
F 20-16



**Figura 20-16**

Raio X do trato gastrointestinal inferior após contraste com bário.

um tubo estreito, também em fundo cego, que se estende para baixo a partir do ceco. A parede do apêndice contém numerosos nódulos linfáticos. A parte do intestino grosso que se estende para cima a partir do ceco é chamada **colo ascendente**. Este não é susentado por um mesentério; ao contrário, ele está quase todo firmemente aplicado contra a parede posterior do abdome. Logo abaixo do fígado, o colo ascendente faz uma curvatura que se dirige para a esquerda (**flexura direita do colo**) e atravessa a cavidade abdominal, constituindo o **colo transverso**. Esta porção do colo está suspensa por um tipo de mesentério chamado **mesocolo**. Na vizinhança do baço, o colo transverso faz uma curvatura para baixo (**flexura esquerda do colo**) e forma o **colo descendente**. Este, como o ascendente, é retroperitoneal. Quando o colo descendente atinge o limite superior da pelve, curva-se para o plano sagital mediano, formando o **colo sigmóide**, com a forma de "S" alongado.

Diversas variações ocorrem nas quatro túnicas do colo. A túnica mucosa, por exemplo, contém glândulas intestinais e um grande número de glândulas mucosas, mas faltam vilosidades. Além disso, enquanto a camada muscular longitudinal da túnica muscular é contínua como uma camada delgada ao longo de toda a superfície do colo, a maior parte dos músculos desta camada apresenta-se na forma de três fitas – as **tênias do colo** – que percorrem o colo no seu comprimento. A tênia é mais curta que o colo, determinando o aparecimento de pequenas bolsas chamadas **haustros** (*sáculos do colo*). A mucosa entre os sáculos é projetada na forma de **pregas semilunares** que se salientam na luz do intestino. Diferentemente das pregas circulares do intestino delgado, as pregas do colo estendem-se apenas parcialmente ao redor do tubo intestinal. Outra característica própria do colo é a presença na sua face externa de pequenas formações globosas – **apêndices epilíricos** – constituídas de pregas de pe-



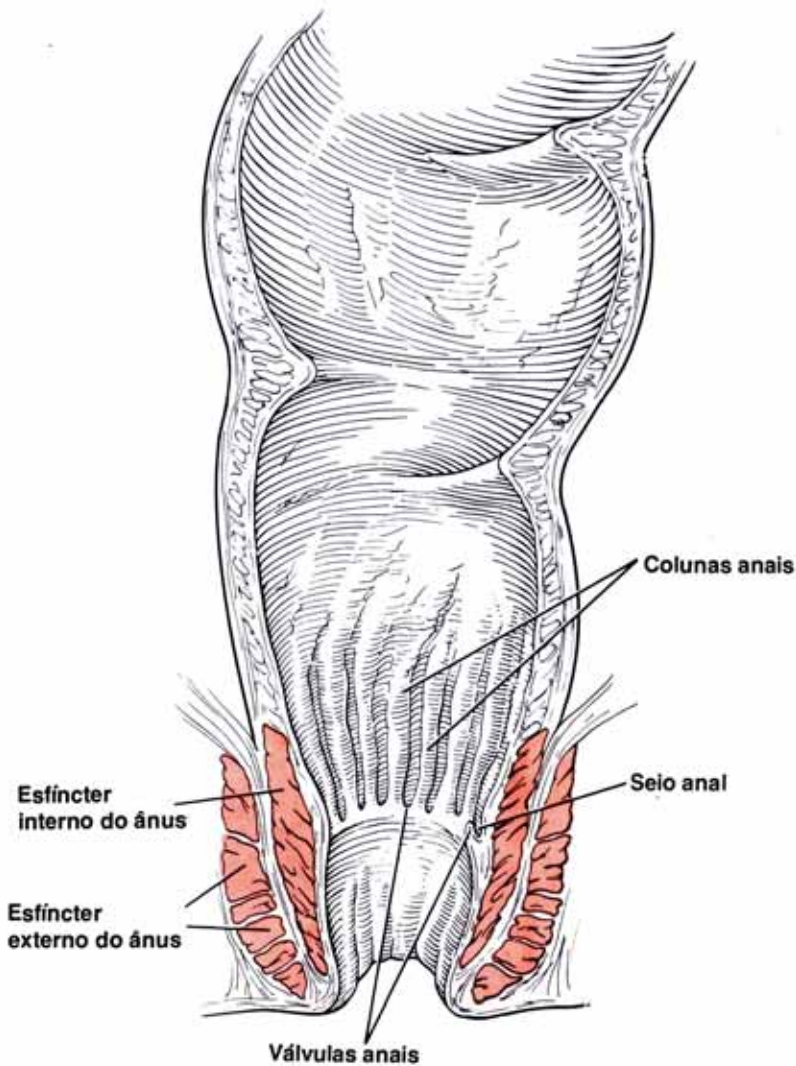


Figura 20-17

Secção longitudinal do canal anal.

ritônio preenchidas com gordura. Embora não ocorra digestão significativa no intestino grosso, ele serve como local principal de absorção de água, sódio e cloro.

### Reto e Canal Anal

Logo em seguida ao colo sigmóide, abaixo dele, o intestino grosso dirige-se longitudinalmente à frente do osso sacro. Esta porção é chamada **reto** (Figura 20-15). Tem a mesma estrutura do colo, mas as tênias não se encontram presentes, de modo que a camada muscular longitudinal se espalha uniformemente por toda a sua volta.

F 20-15

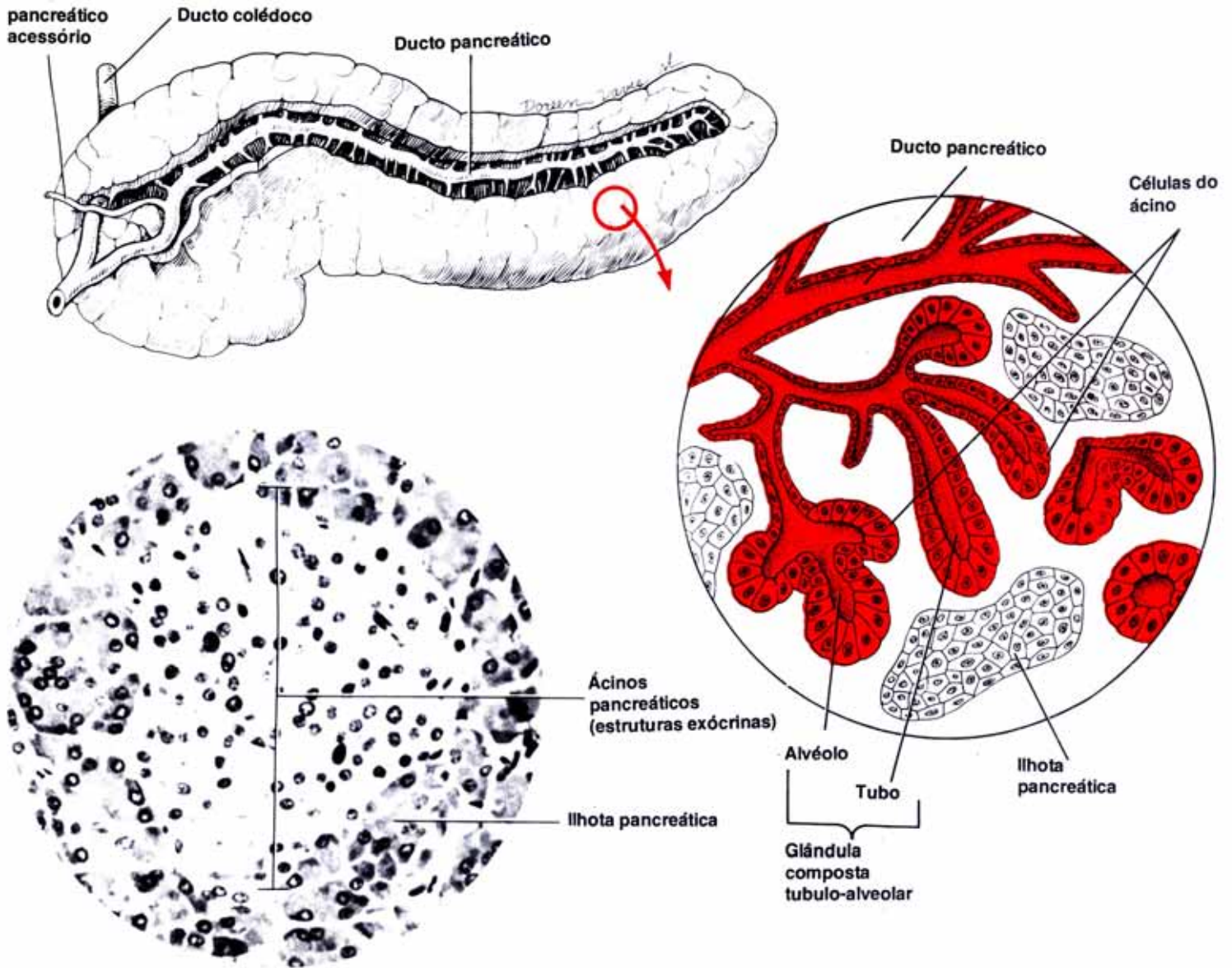
Os 3 ou 4 cm terminais recebem o nome de **cana anal** (Figura 20-17). Esta região está localizada abaixo do diafragma pélvico e, portanto, está fora da pelve.

F 20-17

A mucosa do canal anal forma uma série de pregas longitudinais conhecidas como **colunas anais**, separadas uma da outra por depressões chamadas **seios anais**, que terminam distalmente nas **válvulas anais** membranosas. Estas unem as extremidades inferiores das colunas anais. No canal anal, o epitélio muda de cilíndrico simples, característico do estômago e dos intestinos, para estratificado pavimentoso, que é típico da boca e do esôfago.

O canal anal abre-se no exterior através do **ânus**. O canal anal é rodeado por músculos **esfíncteres externo e interno**; este, na junção com o reto, é formado por uma túnica circular espessa de musculatura lisa involuntária. O esfíncter externo é formado por musculatura esquelética e sob controle voluntário. Normalmente, por isso, a pessoa pode controlar os movimentos da defecação.





**Figura 20-18**

O pâncreas. Um dos destaques mostra a forma de suas glândulas compostas tubuloalveolares, e o outro é uma fotomicrografia dos ácinos e ilhotas.

A circulação de sangue através das veias que percorrem as colunas anais no seu comprimento é algumas vezes prejudicada, causando o aumento dessas veias, condição conhecida como **hemorróidas**, que podem se irritar pelos movimentos da defecação, produzindo desconforto e hemorragias, particularmente quando as fezes estão muito secas, como na constipação (“prisão-de-ventre”).

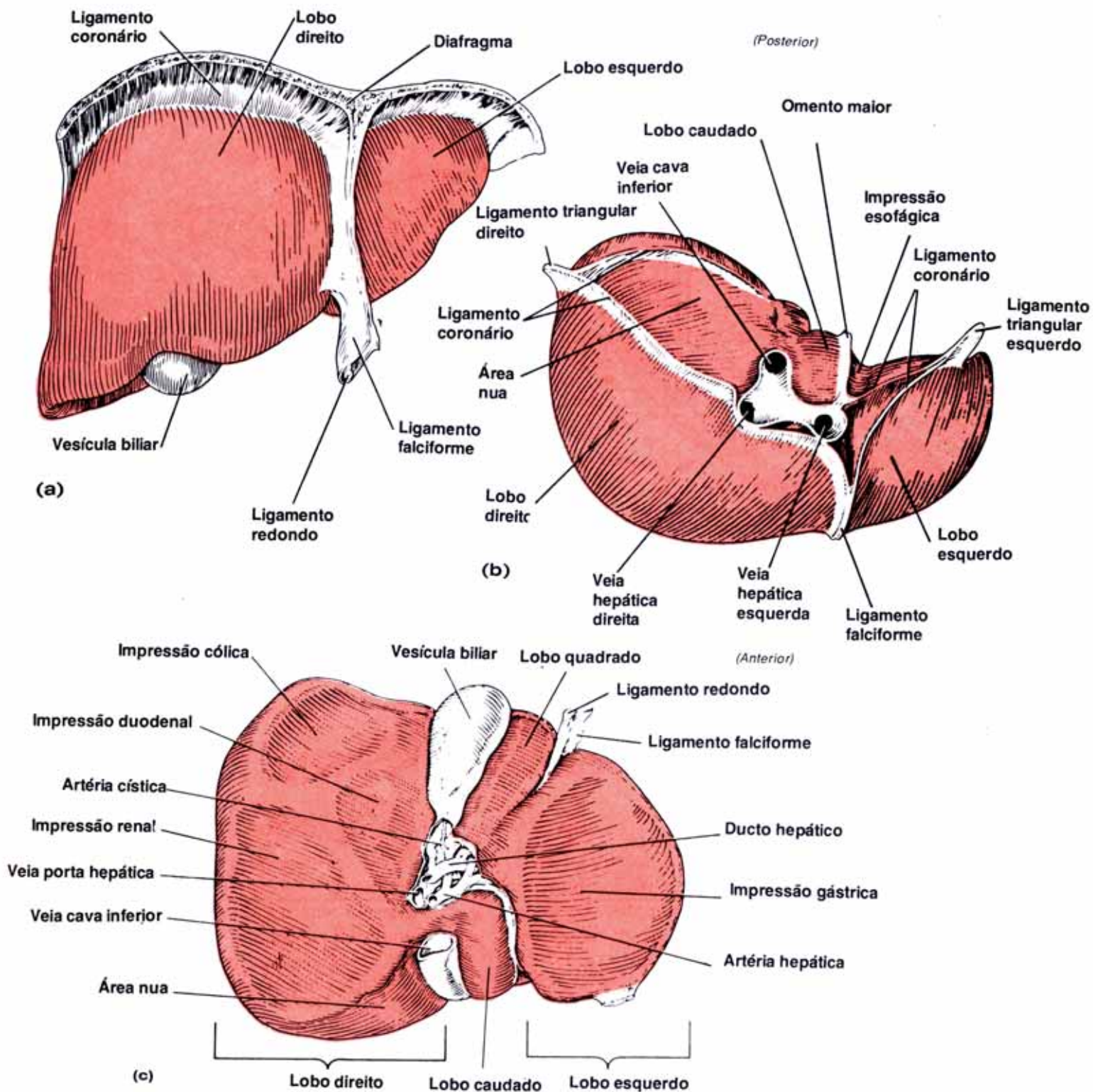
## ÓRGÃOS DIGESTIVOS ACESSÓRIOS

Além das muitas glândulas situadas na parede do trato digestivo, há glândulas bem maiores localizadas fora do trato. As secreções destas glândulas, que são muito importantes na digestão dos alimentos, são levadas ao tubo digestivo por meio de ductos. Estes, mais as porções secretoras das glândulas digestivas acessórias, são derivados do folheto endodérmico do intestino do embrião. Estas glândulas incluem as *glândulas salivares*, já descritas neste capítulo, cujos ductos abrem-se na boca, o *pâncreas* e o *fígado*, ambos vertendo suas secreções no duodeno, do intestino delgado.

### **Pâncreas**

O pâncreas está localizado atrás do peritônio e abaixo do estômago (Figura





**Figura 20-19**

O fígado e seus ligamentos de sustentação. (a) Face anterior. (b) Face superior (diafragmática). (c) Face pósterio-inferior.

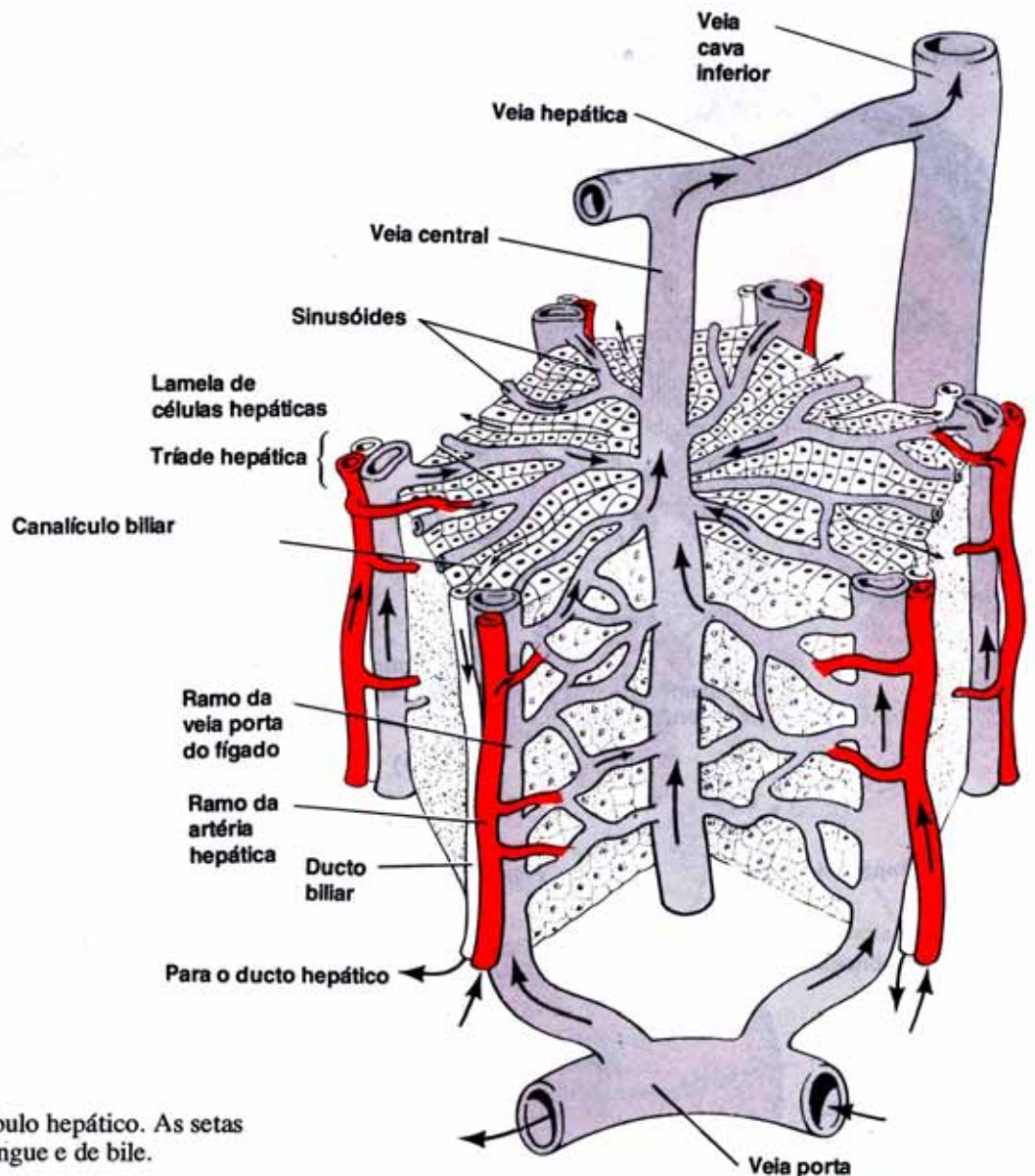
20-10a). A **cabeça** do pâncreas está incrustada na curvatura do duodeno, com a **incisura**, o **corpo** e a **cauda** estendendo-se para a esquerda. A cauda atinge a vizinhança do baço.

Microscopicamente, o pâncreas lembra as glândulas salivares, contendo muitas glândulas tubuloalveolares compostas, com suas células secretoras aranjadas em curtos tubos ou pequenos sacos chamados **ácinos** (Figura 20-18). O ácino consiste de um divertículo único formado de células epiteliais piramidais, com seus ápices convergindo para a luz. Nas células do ácino que secretam ativamente, vesículas chamadas *grãos de zimógeno* acumulam-se no ápice das células. As células do ácino secretam **suco pancreático**, que contém enzimas digestivas. Estas são sintetizadas no citoplasma da base das células do ácino, onde entram no retículo endoplasmático e são transportadas ao aparelho

**F 20-10a**

**F 20-18**



**Figura 20-20**

Anatomia microscópica de um lóbulo hepático. As setas mostram a direção do fluxo de sangue e de bile.

de Golgi, na região apical da célula. Este complexo concentra as enzimas em grãos de zimógeno, que são liberados no suco pancreático.

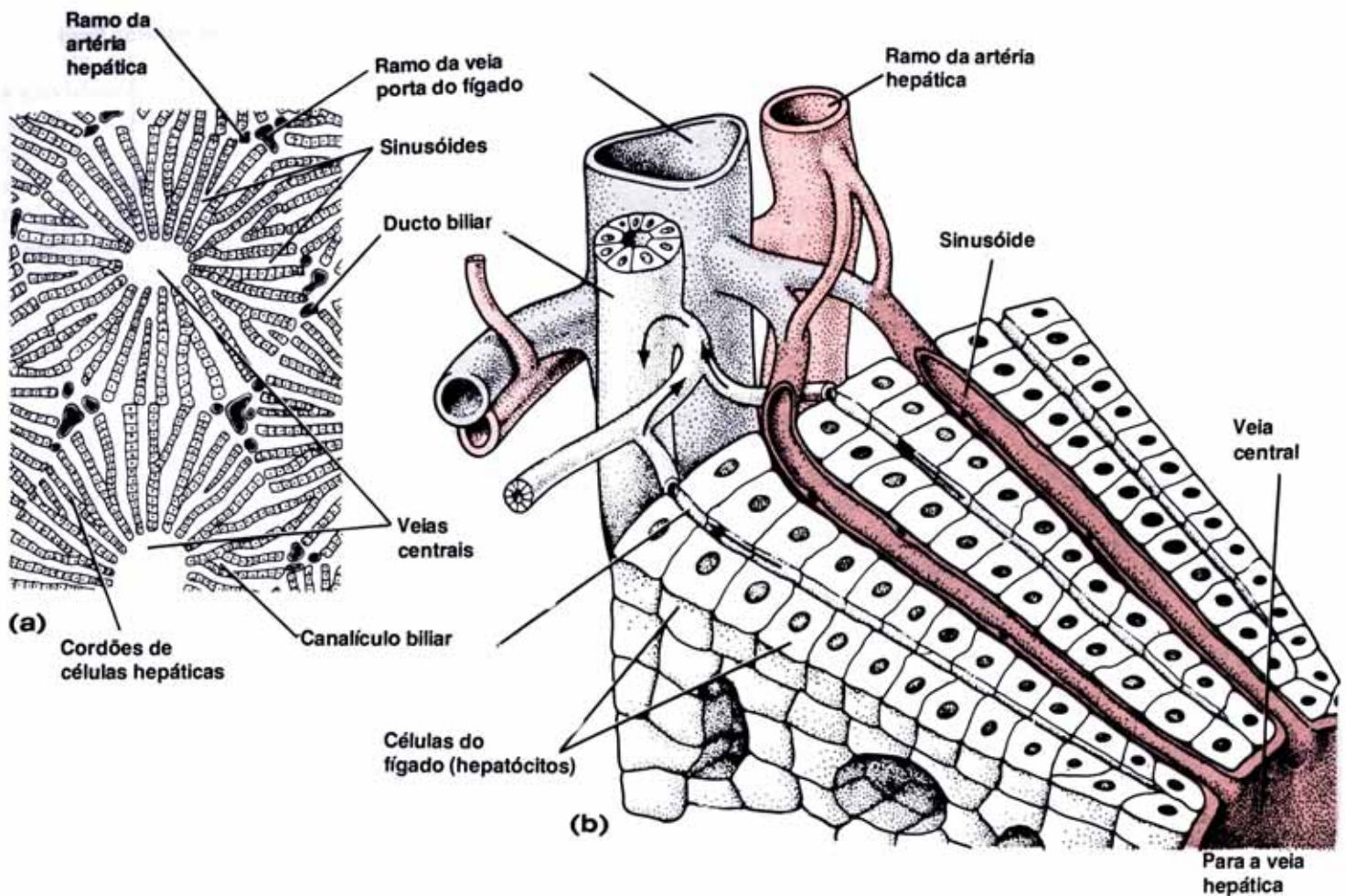
O suco pancreático é transportado ao duodeno pelo **ducto pancreático** (o antigo *ducto de Wirsung*). Este ducto usualmente une-se com o canal colédoco, que transporta bile, e desembocam juntos no duodeno. Um **ducto pancreático acessório** (o antigo *Ducto de Santorini*) freqüentemente ramifica-se do ducto pancreático e se abre no duodeno independentemente.

O pâncreas não somente produz enzimas digestivas, como também funciona como glândula endócrina. Insinuados entre as células dos ácinos, estão agrupamentos de células endócrinas chamadas **ilhotas pancreáticas** (as antigas *ilhotas de Langerhans*). As secreções destas ilhotas não são transportadas por ductos. Ao contrário, entram na corrente circulatória do pâncreas e assim alcançam todo o corpo. As secreções endócrinas do pâncreas são estudadas juntamente com as glândulas endócrinas, no Capítulo 18.

### Fígado

O **fígado** é um órgão muito grande que se encontra posicionado no lado direito, abaixo do diafragma. É dividido em duas regiões principais: **lobos direito** e **esquerdo** (Figura 20-19a). Na face inferior do lobo direito estão os pequenos **lobos caudado** e **quadrado**. Os lobos direito e esquerdo estão separados por uma prega de peritônio parietal chamada **ligamento falciforme**, que prende o



**Figura 20-21**

Estrutura microscópica do fígado. (a) Ampliação mostrando partes de diversos lóbulos; são visíveis duas veias centrolobulares. (b) Grande ampliação de dois sinusóides mostrando suas relações com os ramos da veia porta hepática e da artéria hepática. As setas coloridas indicam o fluxo de sangue através dos sinusóides em direção à veia centrolobular; as setas negras mostram o fluxo da bile através dos canaliculos biliares e do ductulo biliar.

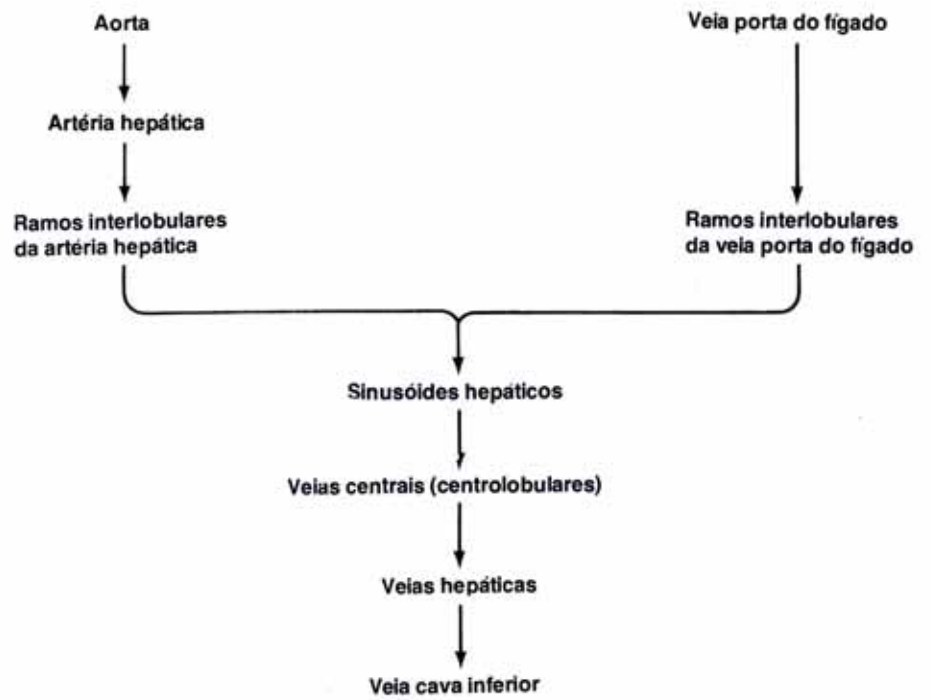
fígado à parede abdominal anterior. Na margem livre do ligamento falciforme encontra-se um cordão fibroso chamado **ligamento redondo**. Este representa resto da veia umbilical do feto que transportava sangue da placenta para o fígado. Na vida pós-natal, estende-se do umbigo até a face inferior do fígado. O ligamento falciforme continua na face superior do fígado com o **ligamento coronário**, uma dobra do peritônio parietal que prende o fígado à face inferior do diafragma (Figura 20-19b). Esse ligamento é formado de camadas anterior e posterior que se juntam nas suas margens laterais pelos **ligamentos triangulares direito e esquerdo**. Entre os dois folhetos do ligamento coronário encontra-se uma região chamada **área nua do fígado**, que está encostada no diafragma, sendo a única região do fígado que não é coberta pelo peritônio visceral. A face inferior do fígado está ancorada na pequena curvatura do estômago pelo **omento menor**, através da qual transitam a artéria hepática, a veia porta do fígado e o ducto hepático comum. A veia cava inferior está parcialmente recoberta pela face posterior do fígado (Figura 20-19c).

O fígado recebe sangue de duas fontes: a **artéria hepática** que transporta sangue oxigenado proveniente da aorta, e a **veia porta hepática**, que transporta sangue venoso proveniente do trato digestivo, do pâncreas e do baço. A saturação de oxigênio no sangue da veia porta hepática é relativamente baixa, mas o sangue contém uma elevada concentração de nutrientes dissolvidos, absorvidos no intestino como resultado da digestão. Estes nutrientes são alterados de várias maneiras, conforme o sangue vai atravessando o fígado. Aproximadamente cerca de 1.500 ml de sangue atravessam o fígado a cada minuto, dos quais 1.100 ml chegam pela veia porta hepática e 400 ml pela artéria hepática.

O fígado está composto de inúmeros compartimentos hexagonais chamados **lóbulos hepáticos**. Nos cantos desses compartimentos encontra-se um ramo da

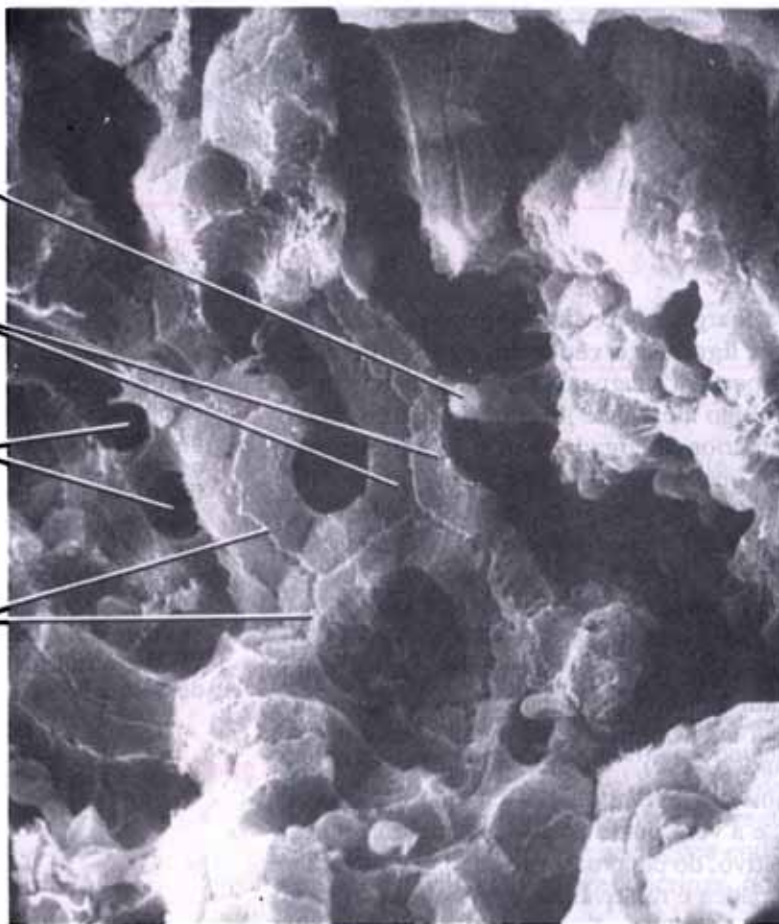
F 20-19c



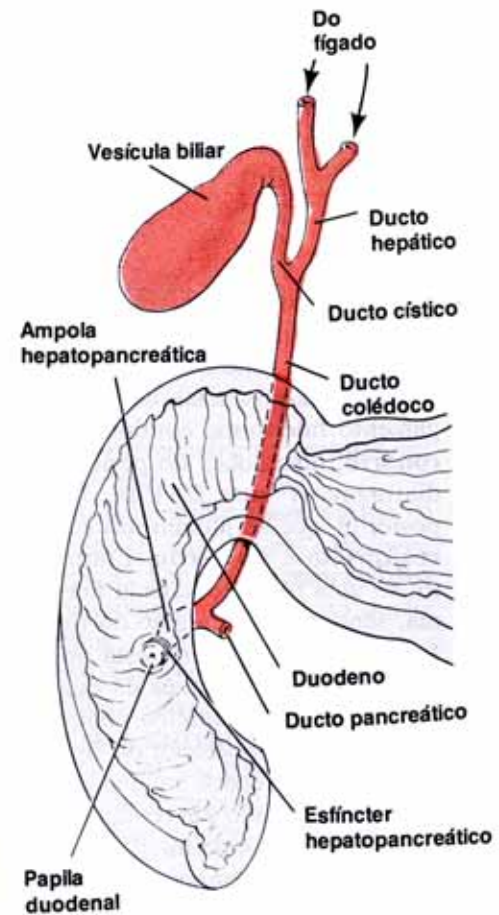


**Figura 20-22**

O caminho do sangue através do fígado.



Macrófago estrelado  
Lamelas de células hepáticas  
Sinusóides  
Canaliculos biliares



**Figura 20-24**

A vesícula biliar e os ductos biliares.

**Figura 20-23**

Anatomia microscópica do fígado (x 1.716). (De *Tissues and Organs: A Text-Atlas of Scanning Electron Microscopy* by Richard G. Kessel and Handy H. Kardon. W.H. Freeman and Company. Copyright©1979.)



veia porta hepática, um ramo da artéria hepática e um duto biliar. Estas três estruturas constituem a **tríade hepática** (interlobular). O aspecto mais incomum da circulação hepática é que os ramos tanto da artéria hepática como da veia porta hepática drenam para os mesmos sinusóides, que assim contêm uma mistura de sangue arterial e venoso (Figura 20-21). Os sinusóides de cada lóbulo passam entre as células do fígado (**hepatócitos**), que estão arranjados em fileiras denominadas **cordões hepáticos** ou **lamelas hepáticas** e drenam numa **veia centrolobular** (central) comum, que passa no centro de cada lóbulo, perpendicularmente aos sinusóides. A veia centrolobular de cada lóbulo drena na **veia hepática**. Há três veias hepáticas, todas elas drenando na veia cava inferior, que transporta o sangue para o coração. O trajeto do sangue através do fígado está resumido na Figura 20-22.

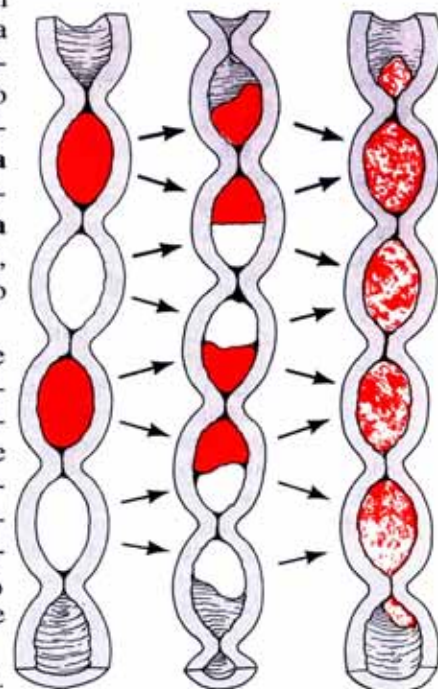
F 20-21

F 20-22

Os sinusóides hepáticos estão revestidos por um endotélio que é altamente permeável; permite a difusão de proteínas para fora da corrente sanguínea enquanto o sangue está passando por ele. Por causa de sua permeabilidade, substâncias absorvidas pelo sangue no intestino podem deixar o sangue livremente e entrar nas células hepáticas, onde são metabolizadas ou modificadas. Além disso, espalhadas entre os hepatócitos que forram os sinusóides, estão células estreladas chamadas **macrófagos estrelados** (as antigas *células de Kupffer*). Projeções dos macrófagos estendem-se na luz do sinusóide. Os macrófagos são fagócitos ativos que removem bactérias e outros materiais estranhos do sangue à medida que ele vai passando pelo fígado.

Outra função desempenhada pelas células hepáticas é a secreção de bile. Entre as células hepáticas estão finos canais chamados **dúctulos bilíferos** (canalículos biliares) (Figura 20-23), que carregam a bile para os ductos biliares na periferia de cada lóbulo. A bile percorre os canalículos em direção oposta à da corrente sanguínea nos sinusóides. Os principais ductos biliares juntam-se para formar dois troncos que abandonam o fígado (ductos hepáticos direito e esquerdo) e se unem para formar o **ducto hepático comum**.

F 20-23



**Figura 20-25**

A ação misturadora da segmentação no intestino delgado.

### Vesícula Biliar e Ductos Biliares

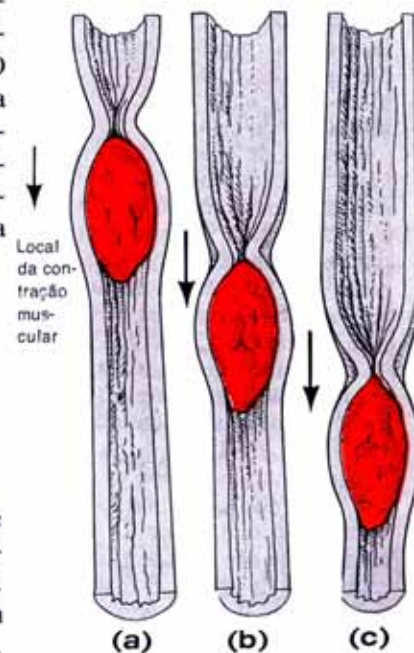
A **vesícula biliar**, um pequeno saco na face inferior do fígado, é revestida com epitélio cilíndrico. Serve como local de armazenamento de bile, que ela recebe do fígado. Ela também concentra a bile, por reabsorção de água. A vesícula biliar é drenada pelo **ducto cístico**, que se une com o ducto hepático comum proveniente do fígado para formar o **ducto colédoco** (Figura 20-24). O ducto pancreático une-se com o ducto colédoco e os dois compartilham uma entrada comum no duodeno. Esta entrada é rodeada pelo esfíncter hepatopancreático. Quando o esfíncter se relaxa e a musculatura lisa da parede da vesícula biliar se contrai, a bile é propelida em direção ao intestino. Quando o esfíncter se contrai, a bile do fígado abandona o ducto hepático comum e entra na vesícula biliar via ducto cístico.

F 20-24

## PROCESSOS MECÂNICOS DO SISTEMA DIGESTIVO

Para que a digestão ocorra, o alimento ingerido deve ser continuamente movimentado ao longo do trato gastrointestinal de modo que ele possa ser trabalhado pelas enzimas digestivas que ali são secretadas em várias regiões. Além disso, para assegurar que todas as partículas de alimento estejam em contato com essas enzimas, o conteúdo do tubo digestivo deve ser constantemente agitado e misturado. Esta agitação também coloca o alimento em contato com a sua parede, permitindo que os alimentos digeridos sejam absorvidos e levados para o sangue circulante.

A movimentação e a mistura do alimento no trato digestivo é acompanhada por contrações e relaxamentos rítmicos dos músculos associados com ele. Os músculos da boca, faringe, porção superior do esôfago e esfíncter anal externo



**Figura 20-26**

A movimentação do alimento pelo peristaltismo, tanto no esôfago como no intestino.



## Removendo Cálculos da Vesícula pelo Meio Mais Fácil

Jennifer tem uma estranha cor amarelada na sua pele, uma condição conhecida como *icterícia*. Ela também tem sofrido freqüentes crises de dores muito severas, cada vez mais fortes, na parte superior do abdome, acompanhadas de calafrios e náuseas. Como muitas outras pessoas, Jennifer tem pedras na vesícula biliar, pequenos nódulos de colesterol ou pigmentos biliares que se desenvolvem na vesícula.

Aproximadamente 25 milhões de americanos possuem pedras na vesícula. A cada ano um milhão de americanos dão-se conta de que também as têm; cerca de metade deles requerem cirurgia. A remoção das pedras da vesícula – uma operação chamada colecistectomia – é uma das operações mais comuns nos Estados Unidos. Estima-se que tal enfermidade custe mais de um bilhão de dólares por ano, em despesas médicas e tempo perdido.

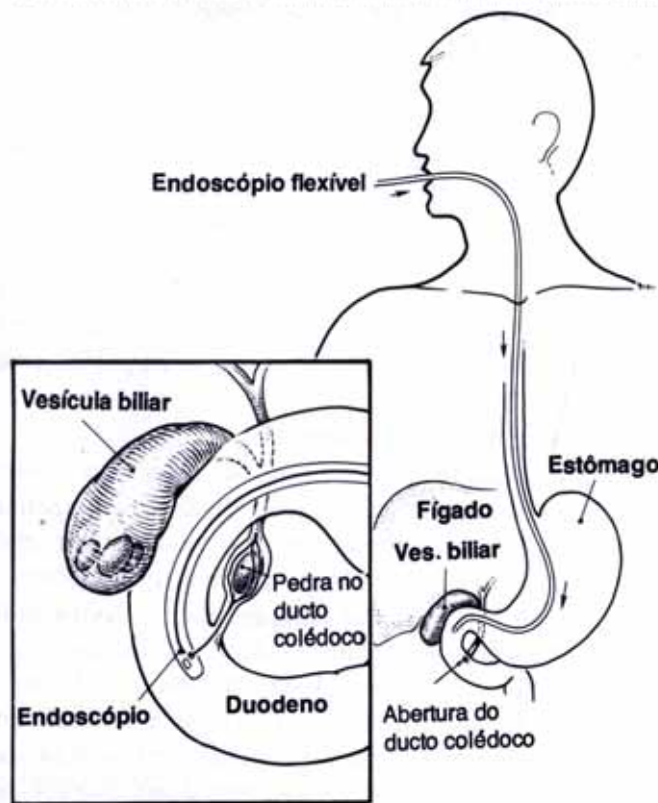
As pedras mais comuns são compostas de colesterol, contendo pequena quantidade de cálcio. Os médicos vêm procurando há longo tempo uma maneira de dissolver as pedras antes de elas causarem dor pela migração para baixo no ducto cístico e no ducto colédoco. Tal obstrução pode causar severas infecções na vesícula e no pâncreas.

Os pesquisadores já encontraram uma cura parcial para as pedras na vesícula. Encontraram um ácido biliar natural, o ácido quenodeoxicólico que, quando tomado oralmente, dissolve as pedras de colesterol. Esse ácido é usado em 40 países e foi aprovado para uso regular nos Estados Unidos pela FDA. É vendido sob o nome “chenodiol”. Entretanto, esse ácido pode levar meses ou até mesmo dois longos anos para erodir todas as pedras. Para pacientes como Jennifer, cujas condições são agudas, o ácido age muito lentamente no sentido de provocar diminuição da dor e da possibilidade de infecção. Por outro lado, é ineficaz em pacientes onde a vesícula não funciona normalmente há muito tempo. Não quebra as pedras grandes, ou feitas de pigmentos, ou contendo mais de 4% de cálcio. Indiferentes a essas desvantagens, milhares de pessoas que não podem correr o risco de uma operação, como as de idade avançada e com doenças cardíacas, podem encontrar alívio usando esta droga.

Além de sua ação muito lenta, o “chenodiol” tem diversos efeitos colaterais. Alterações hepáticas e diarreias são os mais comuns, mas em geral desaparecem quando o tratamento é interrompido. Na busca de um substituto para o “chenodiol”, os pesquisadores testaram outro ácido biliar que tem menos efeitos colaterais e parece trabalhar mais rápido que aquele. A nova droga é o ácido ursodeoxicólico, chamado “ursodiol”.

Os especialistas advertem o público para não esperar milagres desses ácidos. Estas drogas dissolvem completamente as pedras em um número muito reduzido de pacientes. Além disso, as pedras são refeitas em mais da metade dos pacientes cujas pedras foram inteiramente dissolvidas.

Suponha que uma pedra da vesícula desça para o ducto colédoco, como aconteceu com Jennifer. A cirurgia ainda pode ser recomendada? Graças a algumas pesquisas pioneiras, há um meio relativamente indolor de remover as pedras que ficaram presas no ducto colédoco. Este novo método usa um instrumento chamado endoscópio flexível. O endoscópio é um tubo flexível, que é engolido pelo paciente e dirigido pelo cirurgião através do estômago e do intestino delgado. Daqui ele é colocado no ducto colédoco.

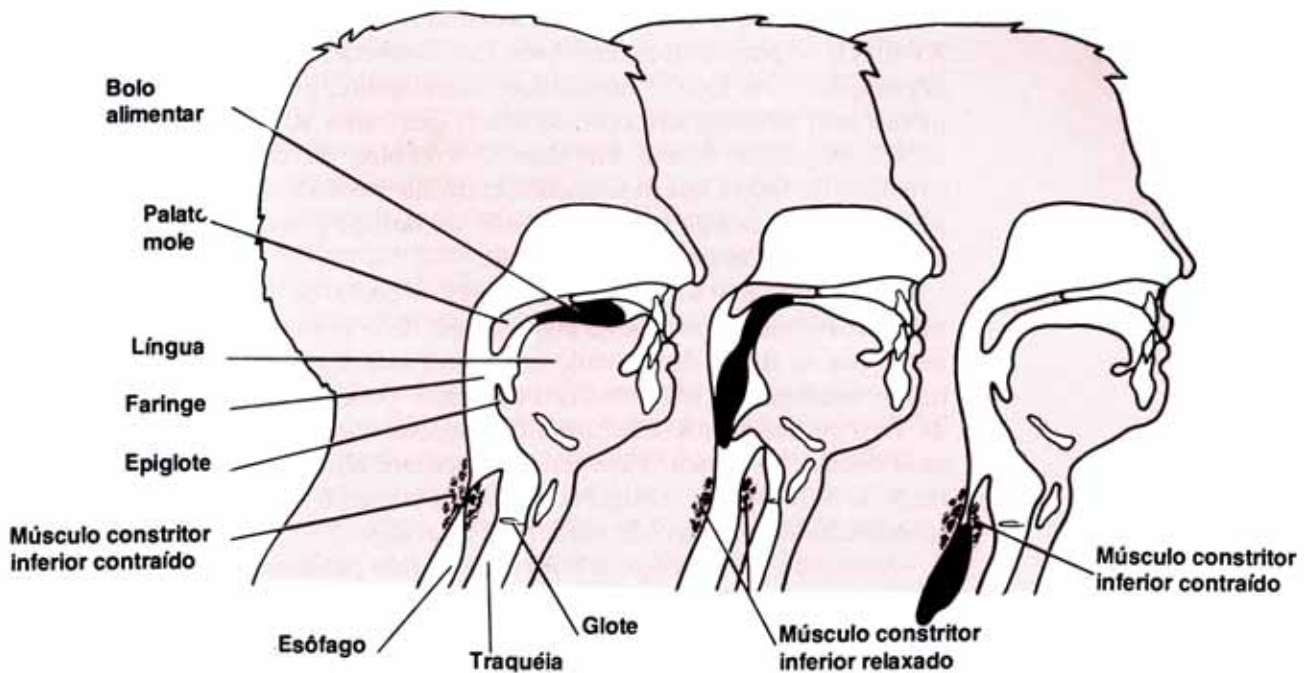


Acima: foto de vesícula biliar com pedras. Abaixo: inserção do endoscópio no ducto colédoco.

A inserção do tubo no ducto colédoco alarga o ducto, oferecendo espaço suficiente para a pedra ser liberada no duodeno. Em outros casos, um pequeno fio inserido no tubo é usado para puxar a pedra.

O endoscópio contém milhares de finas fibras que projetam a luz e formam uma imagem na área examinada num visor, onde olha o endoscopista. Lamentavelmente, o endoscópio não pode ser usado para remover pedras da vesícula através dos ductos. Se as pedras permanecem na vesícula, freqüentemente necessita-se da cirurgia.





**Figura 20-27**

Deglutição, mostrando o movimento do bolo alimentar através da boca, da bucofaringe, da laringofaringe e parte superior do esôfago.

são músculos esqueléticos e estão sob controle voluntário. Os músculos no restante do trato gastrointestinal são lisos (viscerais) que se contraem rítmica e automaticamente, geralmente independentemente da vontade.

Duas formas básicas de movimento ocorrem no trato gastrointestinal – mistura e propulsão. O principal movimento de mistura é a **segmentação**, no qual ocorrem contrações musculares estacionárias em intervalos ao longo de uma parte do trato digestivo, assim dividindo-o em porções constrictadas e não constrictadas (Figura 20-25). Com o prosseguimento da segmentação, as primeiras regiões se relaxam e as últimas se contraem, permitindo a mistura do conteúdo com os sucos digestivos.

F 20-25

Um importante movimento de propulsão é o **peristaltismo**, no qual os músculos que envolvem uma porção do trato sofrem uma onda de contração (Figura 20-26). Este movimento produz um anel de contração que se move ao longo do seu comprimento, forçando os materiais neles contidos a se movimentarem para a frente. As ondas de peristaltismo normalmente continuam até a proximidade do ânus, provavelmente por causa da organização dos plexos nervosos intrínsecos na parede do trato digestivo.

F 20-26

### Mastigação

O primeiro processo mecânico associado com o trato digestivo é a **mastigação**. É acompanhado pela abertura, fechamento e movimentação lateral da mandíbula, seguidos pelo contínuo posicionamento do alimento entre os dentes pela língua e pelos músculos das bochechas. A mastigação converte os alimentos ingeridos em pedaços bem menores, mais digeríveis, misturando-os com a saliva, formando uma massa chamada *bolo alimentar*.

### Deglutição

O bolo alimentar inicia sua movimentação ao longo do trato digestivo pela **deglutição**, que começa com a colocação da ponta da língua no palato duro, forçando o bolo para a bucofaringe. Daí, antes de entrar no esôfago, o alimento poderia subir para a nasofaringe ou descer para a traquéia. A entrada do alimento na nasofaringe é geralmente prevenida pela elevação do palato mole e úvula contra a parede posterior da faringe. A entrada na traquéia é protegida durante a deglutição pelo fechamento da glote e movimentação da laringe para cima. Nesta posição, o movimento do bolo para o esôfago coloca a epiglote para trás, dessa forma cobrindo a glote fechada (Figura 20-27).

F 20-27



Todos esses eventos são coordenados através dos nervos cranianos V, IX, XI e XII – por centros nervosos interconectados – referidos como *centro da deglutição* – no tronco encefálico. Geralmente, esses eventos ocorrem praticamente sem nenhum esforço, de modo que estão abaixo do nível de conscientização. Algumas vezes, entretanto, o centro da deglutição descoordena tais eventos, de modo que o alimento entra na cavidade do nariz ou na laringe. A resposta usual para tais acontecimentos na laringe é a tosse violenta, que expelle o alimento de volta para a bucofaringe.

O bolo é movido para o esôfago, a partir da faringe, pela contração dos músculos constritores da faringe. Antes de o bolo adentrar o esôfago, é necessário que as fibras do músculo constritor inferior da faringe, que rodeia a entrada do esôfago, se relaxem. Em contraste com os demais músculos constritores da faringe, as fibras inferiores do músculo constritor inferior mantêm sempre uma contração tônica. Esse músculo, então, atua como um esfíncter entre a faringe e o esôfago. Desta forma, normalmente previne o regurgitamento de substâncias do esôfago de volta para a faringe.

Uma vez no esôfago, o bolo é propelido pelas contrações peristálticas, causadas pela contração da camada circular de músculo na túnica muscular do esôfago, e é relativamente fraca. Em resposta à dilatação da parede pelo bolo, um anel de músculos circulares atrás do alimento se contrai, estreitando o tubo e forçando o alimento para baixo.

Logo acima do orifício cárdico, o músculo liso do esôfago está normalmente num estado de contração tônica, e age com um esfíncter fisiológico – referido como *esfíncter esofágico inferior* – que mantém a porção inferior do esôfago fechada. À medida que a onda peristáltica move-se ao longo do esôfago durante a deglutição, esse esfíncter se relaxa, permitindo a entrada do bolo no estômago. A presença de determinada quantidade de gás no estômago pode produzir pressão suficiente para abrir esse esfíncter. O gás então pode escapar do estômago por meio de um arroto. Ao mesmo tempo, um pouco do conteúdo do estômago é forçado a passar pelo esfíncter em direção ao esôfago. O conteúdo gástrico acidificado pode irritar o esôfago causando *azia*.

### **Motilidade Gástrica**

As atividades mecânicas do estômago incluem: (1) armazenar alimento ingerido até que ele seja utilizado pelo restante do trato gastrintestinal; (2) misturar o alimento com as secreções gástricas; (3) movimentar o alimento para o duodeno numa velocidade compatível com uma digestão e absorção intestinal eficientes.

Cada vez que o alimento entra no estômago ele é forçado contra suas paredes. À medida que vai entrando mais alimento, ele vai sendo posicionado em camadas, com o mais recente permanecendo na proximidade do orifício cárdico. Assim, o alimento engolido por último permanece numa posição central por um determinado período de tempo. Como a acidez do suco gástrico inativa a amilase salivar, as camadas de alimento no estômago têm a vantagem de impedir a mistura do suco gástrico com o alimento mais recentemente deglutido, fornecendo um tempo adicional para a ação da amilase salivar.

O estômago vai aumentando à medida que mais alimento vai entrando nele. Quando as paredes do estômago estão distendidas, são estimulados receptores existentes nas suas paredes, que iniciam reflexos nervosos para aumentar a motilidade gástrica. Muitos dos impulsos nervosos que aumentam a motilidade gástrica atingem o estômago através do nervo vago. Outros chegam pelos plexos nervosos intrínsecos das paredes do estômago. Além disso, o hormônio *gastrina* é liberado pelas células que forram o estômago, em resposta a essa distensão. A gastrina entra na corrente circulatória, retornando depois ao estômago, onde estimula a motilidade gástrica.

Os músculos da região do fundo do estômago contraem-se lentamente, mas não em ondas peristálticas. O fundo funciona como um local de permanência e de mistura para o alimento até que ele seja movimentado para as regiões mais baixas do estômago. Conforme vai aumentando o volume de alimento no estô-



magão, começam contrações peristálticas no corpo do órgão movendo-se em direção ao piloro. Este, que faz fronteira com o duodeno, é rodeado pelo **esfíncter pilórico**, que geralmente está parcialmente aberto, oferecendo resistência limitada ao movimento do conteúdo estomacal em direção ao duodeno. Entretanto, apesar das fortes contrações do estômago, apenas uma pequena quantidade de partículas de alimento mais finamente emulsificada passa pelo esfíncter pilórico após cada onda de contração. A maior parte do alimento é forçada para trás, em direção ao corpo do estômago, onde será novamente amassada e misturada. Após repetidas vezes em que o alimento é amassado e misturado com o suco gástrico, está convertido numa massa de consistência quase fluida, denominada **quimo**.

A quantidade de quimo no duodeno e a sua composição química são importantes fatores controladores da motilidade gástrica e de seu esvaziamento. À medida que o duodeno vai se enchendo de quimo, suas paredes são distendidas, cujos reflexos inibem os neurônios motores parassimpáticos que atingem a parede do estômago através do nervo vago. Usualmente, os neurônios motores do nervo vago transmitem impulsos que causam a contração dos músculos da parede do estômago. A presença de quimo no duodeno dá início a impulsos sensitivos que atingem a medula, onde inibem os neurônios motores que passam pelo nervo vago em direção ao estômago e também estimulam os neurônios simpáticos que para lá se dirigem. Como resultado dessa atividade reflexa, o efeito do quimo no duodeno é diminuir a intensidade de esvaziamento do estômago. Além disso, a acidez do quimo no duodeno, bem como a presença de certos aminoácidos e ácidos graxos, provoca a liberação de hormônios como a *secretina*, *colecistocinina* e *peptídios inibidores gástricos* pelas células do duodeno e do jejuno. Estes hormônios atingem o estômago pela corrente circulatória, onde exercem uma ação inibidora da motilidade gástrica.

### **Motilidade Intestinal**

A maior parte da absorção dos alimentos digeridos ocorre nos intestinos. Não é surpresa, portanto, que a motilidade intestinal providencie meios eficientes de movimentar o alimento através dos intestinos de maneira regular – em contraste com o amassamento e mistura repetidos que ocorrem no estômago.

### **Intestino Delgado**

No intestino delgado ocorrem tanto a segmentação como o peristaltismo. A segmentação pode causar algum movimento dos materiais ao longo do intestino, mas sua contribuição principal é ajudar a misturar o quimo com os sucos digestivos, expondo diferentes porções do quimo à mucosa intestinal. As contrações peristálticas são principalmente responsáveis pela movimentação do quimo ao longo do intestino delgado. Em geral, as ondas peristálticas no intestino delgado são fracas, e desaparecem após haver percorrido curta distância. Por isso, o movimento do quimo através do intestino delgado tende a ser relativamente lento, permitindo tempo suficiente para digestão e absorção.

A motilidade do intestino delgado, como aquela do estômago, é afetada pela quantidade de quimo presente bem como pela sua acidez e concentração osmótica. Além disso, a motilidade intestinal está sob o controle da divisão autônoma do sistema nervoso. A atividade parassimpática (via nervo vago) aumenta a motilidade intestinal, e a atividade simpática (via nervos esplâncnicos) diminui essa atividade. Por causa desse controle autônomo, o estado emocional de uma pessoa pode afetar a motilidade intestinal e também a gástrica.

O **esfíncter ileocecal**, que rodeia a entrada da última porção do intestino delgado (íleo) no ceco, está normalmente fechado. Assim, o conteúdo do intestino grosso não pode ser regurgitado para o intestino delgado e o quimo fica aqui retido o tempo necessário para que ocorra a mistura completa.

### **Intestino Grosso**

A passagem do alimento no intestino grosso, e para fora dele, é regulada



pelo esfíncter ileocecal e pelo esfíncter anal, respectivamente. A segmentação e o peristaltismo, os mesmos dois movimentos que são típicos do intestino delgado, ocorrem ao longo do colo. Esses movimentos são bem mais lentos do que no intestino delgado, de modo que o alimento demora de 18 a 24 horas para chegar no reto. Esta movimentação lenta permite o crescimento de bactérias no colo. A ação destas bactérias sobre o conteúdo do colo algumas vezes produz gás, causando uma distensão desconfortável.

Cerca de três ou quatro vezes por dia, ondas peristálticas longas e lentas, que configuram o *peristaltismo em massa*, movimentam o conteúdo do colo em direção ao reto. Frequentemente ocorrem após uma refeição, indicando que a presença de alimento no estômago ativa um reflexo que aumenta a motilidade do colo (reflexo gastrocólico).

Como o reto está geralmente vazio, esse movimento do material fecal estimula receptores na sua parede que iniciam o *reflexo da defecação*, cuja tendência é movimentar o material para fora da porção inferior do colo e do reto. O centro neural desse reflexo está localizado na região sacral da medula espinal. O reflexo da defecação estimula as contrações peristálticas do colo descendente, do colo sigmóide e do reto. Causa também o relaxamento do esfíncter anal interno, que rodeia a abertura anal. Esta combinação de contração e relaxamento propulSIONA o material através do ânus. Entretanto, um segundo esfíncter – esfíncter anal externo – também rodeia a abertura anal. Este esfíncter é formado de músculo esquelético, e pode ser controlado voluntariamente pelos centros superiores do cérebro. Se o esfíncter anal externo está voluntariamente relaxado, ocorrerá a defecação. Se o esfíncter anal está voluntariamente contraído, a defecação pode ser retardada. Assim a evacuação do reto pode ser protelada por um certo tempo voluntariamente. Neste caso os músculos da parede do reto se relaxam e a necessidade de evacuação diminui temporariamente. Quando o próximo movimento peristáltico em massa movimentar mais fezes para o reto, o reflexo da defecação é novamente ativado.

Este reflexo é usualmente acompanhado por esforços voluntários, começando por uma inspiração profunda seguida por fechamento da glote e contração da musculatura da parede abdominal. Estas ações aumentam a pressão no abdome, que ajudam a defecação, comprimindo o reto.

## PROCESSOS QUÍMICOS DO SISTEMA DIGESTIVO

O fracionamento químico de grandes moléculas de alimentos em pequenas moléculas que podem ser absorvidas no trato gastrointestinal para o sangue é efetuado por enzimas digestivas. Embora estejamos principalmente interessados neste livro na anatomia do sistema digestivo, será instrutivo fazer uma revisão dos processos digestivos químicos que ocorrem nas várias regiões do trato gastrointestinal. A Tabela 20-2 resume as enzimas digestivas e suas ações.

Tabela 20-2

### **Digestão na Boca**

A saliva, que é produzida pelas glândulas salivares, contém apenas uma enzima digestiva: a **amilase salivar** (ptialina). Esta enzima começa a digestão dos carboidratos, desmembrando as longas moléculas de amido em pequenos fragmentos como dextrinas e maltose. Se o alimento não permanece na boca demasiado tempo, boa parte da atividade da amilase salivar ocorre no esôfago por onde o alimento faz seu caminho para o estômago.

### **Digestão no Estômago**

As células zigomênicas das glândulas gástricas do estômago produzem um certo número de diferentes enzimas digestivas, mas como têm funções basicamente similares, são consideradas todas juntas como **pepsina**. A pepsina começa a digestão das proteínas fracionando-as em cadeias menores de aminoácidos chamadas *polipeptídeos*. O ácido clorídrico, que é secretado pelas células parietais das glândulas gástricas, também auxilia na digestão das proteínas no estômago. O ácido clorídrico converte o precursor inativo chamado **pepsinogê-**



**Tabela 20-2** Enzimas Digestivas - Localização e Funções

Localização	Enzima	Função
Boca	Amilase salivar	<i>Digestão de carboidratos:</i> converte o amido em dextrinas e maltose
Estômago	Pepsina	<i>Digestão de proteínas:</i> converte as proteínas em polipeptídeos
Intestino delgado <i>Suco pancreático</i>	Amilase pancreática	<i>Digestão de carboidratos:</i> fraciona amido nos dissacarídeos maltose e isomaltose
	Tripsina e quimotripsina	} <i>Digestão de proteínas:</i> fracionam as proteínas em peptonas, proteoses e dipeptídeos
	Carboxipeptidase	
	Lipase pancreática	<i>Digestão de lipídios:</i> reduz as gorduras a monoglicérides e ácidos graxos livres
<i>Microvilos das células absorventes intestinais</i>	Maltase, Isomaltase, Sacarase, Lactase	} <i>Digestão de carboidratos:</i> digestão completa levando a glicose, galactose, lactose e/ou frutose
	Amino peptidase, dipeptidase	
	Lipase intestinal	<i>Digestão de lipídios:</i> digestão intracelular de monoglicérides em ácidos graxos e glicerol.

nio, que é secretado pelas células das glândulas gástricas, em **pepsina**, que é ativa. As células parietais estão localizadas mais acima nas glândulas gástricas do que nas células zimogênicas. Este arranjo assegura que o pepsinogênio, que é fortemente corrosivo, permaneça ativo até que ele esteja já fora da glândula, dentro do estômago, cuja mucosa está bem protegida por uma camada de muco.

### Digestão no Intestino Delgado

O intestino delgado é a mais importante porção do trato alimentar, no que diz respeito à digestão e à absorção. Não somente pelo fato de as células do intestino delgado produzirem enzimas digestivas que permanecem na membrana plasmática de seus vilos, mas o intestino delgado também recebe enzimas digestivas do pâncreas, e bile do fígado.

O suco pancreático contém uma enzima (**amilase pancreática**) que fraciona, o amido e as dextrinas nos dissacarídeos (açúcares com 12 átomos de carbono), maltose e isomaltose. O suco pancreático também contém três enzimas – **tripsina**, **quimotripsina** e **carboxipeptidase** – que reduzem as proteínas a moléculas menores (como as peptonas, proteoses e dipeptídeos) ou as digerem completamente fracionando-as nos seus aminoácidos componentes. As gorduras são atacadas pela primeira vez no trato digestivo pela **lipase pancreática**. A ação desta enzima em fracionar gorduras em monoglicérides (um ácido graxo unido a uma molécula de glicerol) e ácidos graxos livres, é acelerada pela presença de sais biliares.



As enzimas que permanecem presas à membrana plasmática dos microvilos das células absorventes agem em carboidratos, proteínas e lipídios. A digestão dos carboidratos, que é iniciada na boca e continuada na presença da amilase pancreática, é completada pelas seguintes enzimas intestinais: **maltase, isomaltase, sacarase e lactase**. Estas enzimas fracionam os dissacarídeos em monossacarídeos (glicose, galactose, lactose e frutose). As enzimas **aminopeptidase e dipeptidase** do suco intestinal digerem pequenos polipeptídeos e dipeptídeos reduzindo-os a aminoácidos livres. Muito embora a maior parte da digestão das gorduras ocorra como resultado da atividade da lipase pancreática, há também uma lipase intestinal produzida pelas células da mucosa intestinal. A maior parte da lipase intestinal age nas células intestinais, onde reduz os monoglicérides absorvidos a ácidos graxos e glicerol.

## CONDIÇÕES DE IMPORTÂNCIA CLÍNICA

### O Sistema Digestivo

#### Úlcera Péptica

*Úlcera péptica* é uma erosão da parede do trato gastrintestinal na área exposta ao suco gástrico contendo ácido e pepsina. As úlceras pépticas são mais comumente encontradas no estômago (úlceras gástricas) e no duodeno (úlceras duodenais). Podem ser causadas por uma secreção excessiva de ácido e de pepsina ou podem resultar de uma secreção insuficiente de muco que normalmente protege a mucosa gastrintestinal de ser digerida pelo suco gástrico.

O sintoma mais comum de úlcera péptica é a dor. Em alguns casos, a dor pode ser temporariamente aliviada pela ingestão de alimentos, aparentemente porque o alimento provê alguma proteção cobrindo a úlcera.

Se a erosão devida à úlcera gástrica é suficientemente severa, os vasos sangüíneos do estômago são danificados e ocorrem hemorragias dentro do próprio estômago (*úlceras hemorrágicas*). Em casos extremos, a úlcera péptica pode causar uma perfuração – isto é, um buraco através da parede do trato. A perfuração permite a passagem do conteúdo para a cavidade abdominal. Esta ocorrência é muito séria, pois pode causar *peritonite*, uma inflamação do revestimento da cavidade abdominal. A úlcera perfurada freqüentemente exige cirurgia imediata.

#### Gastrenterite

A *gastrenterite* é uma inflamação aguda ou crônica da mucosa do estômago e do intestino. É freqüentemente causada por irritantes como álcool em excesso ou por cárticos (laxantes de efeito mais enérgico), mas pode ter uma grande variedade de outras causas, incluindo infecções virais, alergias alimentares e excesso de comida.

#### Pedras na Vesícula

As *pedras na vesícula* são partículas de colesterol e sais biliares que algumas vezes precipitam na bile. As pedras podem ficar alojadas em tal posição que bloqueiam o ducto cístico proveniente da vesícula biliar, ou o ducto colédoco que se dirige para o duodeno. Essas pedras são freqüentemente muito dolorosas, especialmente as que bloqueiam o ducto cístico porque causam contrações da vesícula com o propósito de expulsá-las.

No caso de pedras císticas, a bile ainda pode alcançar o duodeno diretamente através do ducto colédoco. O bloqueio deste, por outro lado, impede a bile de alcançar o intestino e assim interfere na absorção das gorduras. Além disso, os pigmentos biliares não podem alcançar o intestino para serem excretados. Esses pigmentos se acumulam no sangue e eventualmente são depositados na pele. Isto produz uma coloração amarelada da pele, conhecida como *icterícia*.

#### Pancreatite

*Pancreatite* é uma inflamação do pâncreas que freqüentemente é causada pela digestão de partes do órgão por enzimas pancreáticas que normalmente deveriam ser transportadas para o intestino delgado pelos ductos pancreáticos. Na *pancreatite*, as enzimas tornam-se ativadas nos ductos e assim os destroem bem como às células pancreáticas. Como as enzimas do pâncreas são muito importantes na digestão de carboidratos, proteínas e gorduras, a *pancreatite* pode causar sérios problemas nutricionais.

#### Hepatite

*Hepatite* é uma infecção do fígado. Mais comumente, é uma infecção viral transmitida ou por sangue infectado com o vírus ou por ingestão de alimento ou água contaminados. O fígado infectado aumenta de volume, e seu funcionamento é prejudicado, o que pode levar a *icterícia*. Em alguns casos a função do fígado fica reduzida durante um ano ou mais.

#### Cirrose

*Cirrose* é uma inflamação crônica do fígado, progressiva e difusa. Nas áreas afetadas do fígado, algumas células são substituídas por tecido conjuntivo fibroso, interferindo dessa maneira no seu funcionamento. Neste caso, a cirrose pode produzir uma redução na produção de bile, na excreção dos pigmentos biliares e na produção de fatores de coagulação do sangue e de albumina do plasma. A cirrose pode também reduzir a capacidade do fígado de desintoxicar o sangue, com acúmulo das toxinas.



## Apendicite

O apêndice é um tubo de fundo cego que se projeta do ceco. Se ele se torna obstruído (por exemplo, com material fecal endurecido), sua circulação venosa pode ser prejudicada. Tal interferência reduz o suprimento de oxigênio para a área e permite o florescimento de bactérias. O apên-

dice então torna-se inflamado e cheio de pus, condição conhecida como *apendicite*.

Se o apêndice inflamado não é cirurgicamente removido em tempo, o pus acumulado pode exercer tanta pressão que rompe o órgão, liberando seu conteúdo na cavidade abdominal. Esta ocorrência pode causar *peritonite*, que é uma inflamação do revestimento da cavidade abdominal.

## RESUMO

### DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DO SISTEMA DIGESTIVO p. 539

1. Formado a partir da endoderme.
2. Dividido em intestinos anterior, médio e posterior.
3. A membrana bucal rompe-se, através do estomodeu, formando a boca.
4. A membrana cloacal se rompe, através do proctodeu, formando o ânus.
5. Brotamentos endodérmicos ao longo do tubo digestivo, juntamente com mesoderme circundante, dão origem às glândulas salivares, fígado, vesícula biliar e pâncreas.

### ANATOMIA DO SISTEMA DIGESTIVO pp. 539-556

#### REVESTIMENTO DA MUCOSA

1. Secreta muco para proteção e umidificação.
2. Capaz de absorver os alimentos digeridos.

#### BOCA dos lábios à bucofaringe

1. Revestida com camada de células pavimentosas estratificadas, não queratinizadas (exceto na margem dos lábios).
2. Lábios e bochechas ajudam na mastigação e na fala.
3. O teto é formado anteriormente pelo palato duro e posteriormente pelo palato mole.

#### LÍNGUA está no assoalho da boca

1. Protrátil, retrátil e móvel para os lados, por músculos extrínsecos.
2. Forma modificada pelos músculos intrínsecos.
3. Ajuda na movimentação dos alimentos, deglutição e fala.
4. Papilas presentes no dorso; botões gustativos presentes em algumas papilas.
5. Conectada ventralmente com o assoalho da boca pelo frênuo, que pode causar a condição de "língua presa".

#### DENTES

1. Coroa coberta por esmalte, ancorada pelas raízes nos alvéolos.
2. Cavidade pulpar, canal radicular e forame apical em cerrando vasos e nervos.
3. Incisivos, caninos, pré-molares e molares.
4. 20 dentes decíduos; 32 dentes permanentes.

#### GLÂNDULAS SALIVARES

**GLÂNDULAS PARÓTIDAS** abaixo e à frente da orelha.

**GLÂNDULAS SUBMANDIBULARES** mediais ao ângulo da mandíbula.

**GLÂNDULAS SUBLINGUAIS** no assoalho da boca.

**SALIVA** umedece as membranas mucosas; umedece os alimentos para formar o bolo; dissolve algumas moléculas dos alimentos; contém amilase salivar que inicia a digestão dos carboidratos.

**FARINGE** da bucofaringe até a laringofaringe.

**PAREDE DO TRATO GASTROINTESTINAL** quatro túnicas na parede do tubo digestivo; esta estrutura básica é modificada em algumas regiões do trato digestivo.

**TÚNICA MUCOSA** revestimento de membrana mucosa; consiste de camada epitelial, lâmina própria e muscular da mucosa.

**TÚNICA SUBMUCOSA** tecido conjuntivo denso ou frouxo; contém vasos sanguíneos, vasos linfáticos, nervos e glândulas.

**TÚNICA MUSCULAR** camada dupla de tecido muscular; camada interna é circular; camada externa é longitudinal.

**TÚNICA SEROSA (ADVENTÍCIA)** camada mais externa, de tecido conjuntivo.

**ESÔFAGO** tubo musculoso que conecta a faringe ao estômago; a porção superior contém músculos esqueléticos; a porção inferior é formada de músculos lisos.

**ESTÔMAGO** do orifício cárdico ao esfíncter pilórico; corpo, fundo e piloro, mais regiões pilóricas; curvaturas maior e menor.

#### TÚNICA MUCOSA (MODIFICAÇÕES)

1. Epitélio colunar.
2. Rugas ou pregas.
3. Presença de glândulas gástricas.
  - a. Células mucóides do colo secretam muco.
  - b. Células principais secretam pepsinogênio.
  - c. Células parietais produzem ácido clorídrico.
  - d. Células enteroendócrinas produzem gastrina.
  - e. Glândulas cárdicas e pilóricas secretam muco.

**TÚNICA MUSCULAR (MODIFICAÇÕES)** inclui uma camada muscular oblíqua, além de camadas circular e longitudinal.

#### INTESTINO DELGADO

1. 6 m de comprimento; local principal de digestão e absorção.
2. Três regiões:

**DUODENO** retroperitoneal; recebe o ducto colédoco e o ducto pancreático na papila duodenal maior.

**JEJUNO** suspenso pelo mesentério.

**ÍLEO** suspenso pelo mesentério; entrada no intestino grosso rodeada pela valva ileocecal.

3. Modificações na parede: pregas circulares, vilosidades e microvilos aumentando a área da superfície. Contém células calciformes, glândulas intestinais e glândulas duodenais.



4. Membrana plasmática com microvilos nas células absorventes; tem enzimas aderidas que digerem proteínas, carboidratos e lipídios; o intestino delgado também recebe enzimas digestivas do pâncreas e mais a bile do fígado.

#### INTESTINO GROSSO

1. Composto de ceco; colo ascendente, transverso, descendente e sigmóide; reto, canal anal.
2. Modificações nas túnicas:
  - a. Túnica mucosa tem muitas células mucóides; faltam vilosidades.
  - b. Túnica muscular: músculos longitudinais formam bandas ou fitas estreitas (tênias do colo) que causam no colo a formação de haustros.
  - c. Apêndices epilílicos na face externa.

#### RETO E CANAL ANAL

1. Reto posicionado anteriormente ao sacro.
2. Mucosa do canal anal forma colunas longitudinais.
3. Esfíncter anal interno, involuntário; esfíncter anal externo, voluntário.

#### ÓRGÃOS DIGESTIVOS ACESSÓRIOS **pp. 556-561**

##### PÂNCREAS

1. Células em bolsas chamadas ácinos secretam o suco pancreático, que é transportado ao duodeno pelo ducto pancreático.
2. Secreções endócrinas das ilhotas pancreáticas entram na corrente circulatória.

##### FÍGADO

1. Lobos direito e esquerdo separados pelo ligamento falciforme.
2. Ligamento redondo é remanescente da veia umbilical fetal.
3. Ligamento coronário conecta o fígado à face inferior do diafragma.
4. Lóbulos hexagonais formados de fileiras de células cuboidais irradiando para fora a partir de uma veia central (centrolobular) que drena na veia hepática.
5. Ductos biliares coletam bile dos canalículos que transportam bile no sentido oposto ao da corrente sanguínea.
6. Circulação hepática: artéria hepática leva sangue oxigenado ao fígado a partir da aorta. A veia porta hepática carrega sangue venoso proveniente do trato digestivo, do pâncreas e do baço. Sinusóides hepáticos contêm mistura de sangue venoso e arterial. São revestidos por um endotélio altamente permeável que tem junto de si células fagocitárias, os macrófagos estrelados. As veias hepáticas drenam sangue dos sinusóides para a veia cava inferior.

##### VESÍCULA BILIAR E DUCTOS BILIARES

1. A vesícula biliar é um pequeno saco na face inferior do fígado; serve como local de armazenamento de bile.
2. O ducto cístico drena a vesícula biliar; une-se com o ducto hepático comum, para formar o ducto colédoco, que une-se com o ducto pancreático para entrar no duodeno.

#### PROCESSOS MECÂNICOS DO SISTEMA DIGESTIVO **pp. 561-566**

1. Segmentação é o principal movimento de mistura.
2. Peristaltismo é o principal movimento propulsor.  
**MASTIGAÇÃO** mistura o alimento com a saliva, reduz o tamanho dos pedaços, formando o bolo.

#### DEGLUTIÇÃO:

1. Movimenta o bolo para a faringe.
2. Os músculos constritores da faringe movimentam o bolo para o esôfago.
3. O peristaltismo impele o alimento no esôfago.

#### MOTILIDADE GÁSTRICA

1. O fundo é área de armazenamento e mistura.
2. As contrações peristálticas amassam o alimento e o misturam com o suco gástrico para convertê-lo no quimo semifluido.
3. A quantidade e a composição química do quimo no duodeno ajudam a controlar a motilidade gástrica e seu esvaziamento.
4. Certos hormônios podem afetar a motilidade gástrica.

#### MOTILIDADE INTESTINAL

##### INTESTINO DELGADO

1. Ondas peristálticas são mais fracas que aquelas do estômago.
2. Ocorrem movimentos de segmentação.
3. A motilidade é afetada pela quantidade, acidez e concentração osmótica do quimo.

##### INTESTINO GROSSO

1. O peristaltismo e a segmentação são movimentos muito lentos.
2. A distensão do reto inicia o reflexo da defecação.

#### PROCESSOS QUÍMICOS DO SISTEMA DIGESTIVO **pp. 566-568**

**DIGESTÃO NA BOCA** a amilase salivar começa a digestão dos carboidratos.

##### DIGESTÃO NO ESTÔMAGO

1. O pepsinogênio é convertido na pepsina ativa, pelo ácido clorídrico.
2. A pepsina fraciona proteínas em polipetídeos.

##### DIGESTÃO NO INTESTINO DELGADO

1. Suco pancreático contém amilase pancreática (age nos carboidratos); tripsina, quimotripsina e carboxipeptidase (agem nas proteínas); e lipase (age nas gorduras).
2. Os microvilos das células absorventes contêm maltase, isomaltase, sacarase e lactase (agem nos carboidratos); aminopeptidase e dipeptidase (agem nos derivados das proteínas); e lipase (age nas gorduras).

#### CONDIÇÕES DE IMPORTÂNCIA CLÍNICA: SISTEMA DIGESTIVO **pp. 568-569**

**ÚLCERA PÉPTICA** erosão da parede do trato gastrointestinal na área exposta ao suco gástrico contendo ácido e pepsina.

**GASTRENERITE** inflamação aguda ou crônica da mucosa do estômago e do intestino; causada por irritantes, infecção viral ou alergia alimentar.

**PEDRAS NA VESÍCULA** partículas contendo colesterol e sais biliares; podem bloquear o ducto cístico ou o ducto colédoco.

**PANCREATITE** inflamação do pâncreas; frequentemente causada pela digestão de partes do pâncreas pelas enzimas pancreáticas.

**HEPATITE** infecção do fígado, usualmente viral; causa aumento do fígado e prejuízo da função hepática.



**CIRROSE** inflamação crônica do fígado pode resultar na redução da bile produzida, redução da excreção dos pigmentos biliares, redução na produção de fatores da coa-

gulação do sangue e acúmulo de toxinas no sangue.

**APENDICITE** inflamação do apêndice; pode ser devida a obstrução que interfere na circulação venosa.