



## Intestino delgado

É o órgão responsável pelo fim da digestão química e pela absorção dos nutrientes. O intestino delgado mede cerca de 6,5 m de comprimento e se divide em: **duodeno** (primeiros 25 cm), no qual é realizada a principal parte da digestão; e **jejuno e íleo**, local onde é feita a absorção dos nutrientes obtidos na digestão dos alimentos.

No duodeno, o bolo alimentar recebe a bile, produzida pelo fígado, e o suco pancreático, produzido pelo pâncreas. O fígado comunica-se com o duodeno por meio do **ducto colédoco** ou **biliar**, que transporta a bile para a **vesícula biliar**, onde fica armazenada. Sem enzimas, mas com sais biliares, a bile funciona como um detergente, emulsionando as gorduras (lipídios) e transformando-as em minúsculas gotículas. Isso aumenta a área de contato das gorduras com a enzima lipase presente no suco pancreático, facilitando sua ação.

O pâncreas comunica-se com o duodeno, por meio do **ducto pancreático**. Esse órgão fabrica diversas enzimas digestivas que constituem o **suco pancreático**, o qual também contém **bicarbonato de sódio**, que neutraliza a acidez do quimo. As enzimas produzidas pelo pâncreas podem atuar em diversos tipos de nutrientes, e as reações ocorrem em pH alcalino (próximo a 8,5). Além das enzimas pancreáticas, existem outras produzidas pelo epitélio do intestino delgado, formando o **suco intestinal (entérico)**.

*Sugere-se a leitura da obra Química e energia: transformando moléculas em desenvolvimento, de Claudio J. A. Mota, Milton Rosenbach Jr. e Bianca Peres Pinto (ver Sugestão para o professor).*

| SUCO PANCREÁTICO           |   | SUCO INTESTINAL (ENTÉRICO) |  |
|----------------------------|---|----------------------------|--|
| Enzimas                    | Ação  | Enzimas                    | Ação   |
| <b>Proteases</b>           | Agem sobre as proteínas não digeridas no estômago, transformando-as em fragmentos ainda menores. As proteases produzidas pelo pâncreas são a tripsina e a quimiotripsina. | <b>Maltase</b>             | Atua sobre a maltose realizando sua quebra em glicose.   |
| <b>Amilase pancreática</b> | Atua sobre o amido que não foi digerido na boca, transformando-o em maltose.  | <b>Sacarase</b>            | Quebra a sacarose em glicose e frutose.  |
| <b>Lipase</b>              | Age sobre os lipídios, transformando-os em ácidos graxos e glicerol.  | <b>Lactase</b>             | Quebra a lactose em glicose e galactose.   |
| <b>Nucleases</b>           | Atuam sobre os ácidos nucleicos (DNA e RNA), transformando-os em nucleotídeos.  | <b>Peptidases</b>          | Atuam sobre os fragmentos de peptídeos, transformando-os em aminoácidos.   |
|                            |   | <b>Lipase entérica</b>     | Age sobre os lipídios, transformando-os em ácidos graxos e glicerol.   |
|                            |   | <b>Nucleotídeses</b>       | Atuam nos nucleotídeos do DNA e do RNA, dividindo-os em componentes menores (fosfato, pentose e base nitrogenada). |

Após a digestão, as moléculas simples são absorvidas pela parede intestinal do jejuno e íleo e lançadas na corrente sanguínea. Os ácidos graxos são absorvidos na forma de pequeníssimas gotas, que são lançadas nos vasos linfáticos auxiliando na formação da límfa.

A absorção intestinal é facilitada pelas **vilosidades intestinais**, que aumentam a superfície de contato com os nutrientes, facilitando o processo de absorção. Além disso, as células do epitélio que reveste o intestino delgado apresentam **microvilosidades**, que aumentam ainda mais a área de absorção.

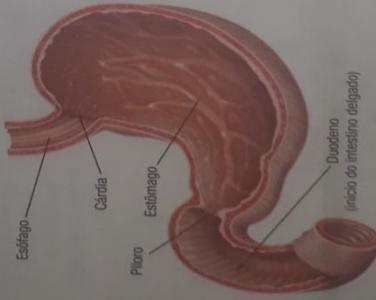
## Faringe e esôfago

A faringe é o canal que conecta a boca ao esôfago. Serve também para a passagem de ar no sistema respiratório. Entretanto, durante a deglutição, ocorre uma inibição da atividade respiratória, evitando-se, assim, a entrada de alimento na laringe.

O esôfago é um tubo de, aproximadamente, 25 cm por onde os alimentos são empurrados por movimentos involuntários e lentos realizados pelos músculos não estriados do tubo digestório: os **movimentos peristálticos**. Essa movimentação possibilita a passagem do bolo alimentar para o estômago.

## Estômago

Órgão muscular em forma de bolsa que apresenta duas válvulas: a **cardia** (do grego *kardia*, coração, porque fica próximo ao coração) ou esfíncter esofágico inferior, que se comunica com o esôfago, e o **piloro** (do grego *pyloros*, por-teiro) ou esfíncter pilórico, que se comunica com a entrada do intestino delgado, o duodeno.



Representação esquemática da estrutura interna do estômago

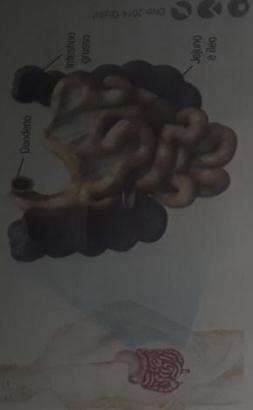
No estômago, ocorre a ação das enzimas que digerem proteínas em pH ácido (digestão química). Esse órgão também realiza o armazenamento do bolo alimentar após as refeições, a mistura do bolo alimentar com o suco gástrico e sua condução para o intestino delgado.

Ao chegar ao estômago, o bolo alimentar sofre a ação do suco gástrico, constituído por **ácido clorídrico (HCl)**, que mantém o pH em torno de 2. Com isso, a enzima **pepsina**, produzida na forma inativa de pepsinogênio, torna-se ativa pela ação do HCl, dando início à **digestão de proteínas**. Essas moléculas são fragmentadas em polipeptídeos (fragmentos proteicos) de tamanhos variados.

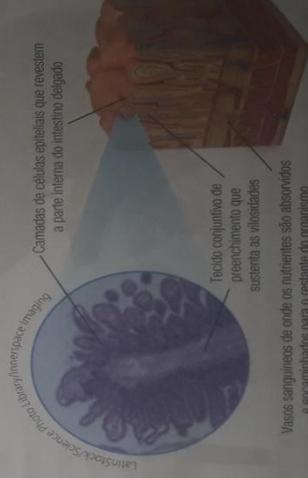
Ao sair do estômago, após horas de digestão, o bolo alimentar é uma massa ácida e pastosa denominada **quimo**, que passa para o intestino delgado por meio do piloro.

As células da mucosa gástrica produzem um muco que protege a parede estomacal dos efeitos do ácido clorídrico. Entretanto, alguns fatores podem fazer com que a produção de muco seja afetada, como o estresse, o uso de determinados medicamentos ou a ação de uma bactéria resistente à acidez do estômago (*Helicobacter pylori*). Quando isso ocorre, podem se formar **úlceras gástricas**, feridas ocasionadas pela destruição das células do tecido epitelial que reveste o estômago pela ação do ácido clorídrico, ou **gastrite**, inflamação das paredes do estômago.

A azia é causada pelo retorno do fluido digestivo do estômago para o esôfago, que é sensível às substâncias ácidas. Vários fatores podem causar esse problema, entre eles a ingestão de grande quantidade de alimento ou alterações na musculatura que possibilita a abertura e o fechamento do estômago (refluxo gastroesofágico).



Representação esquemática da localização e das regiões do intestino humano



Vilosidades intestinais. Micrografia óptica, com aumento de 7x. Ao lado, representação esquemática da estrutura das vilosidades intestinais.

## Fígado

É um dos órgãos mais importantes do corpo humano. Em relação à digestão, o fígado produz a **bile**, que fica armazenada na vesícula biliar e é, gradualmente, secretada no duodeno para auxiliar na digestão dos lipídios.

Contudo, o fígado também executa funções relacionadas a outros processos metabólicos, tais como:

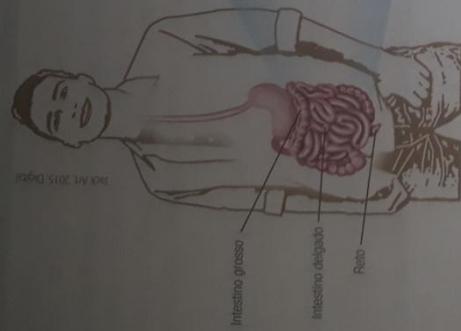
- armazenamento da glicose excedente na forma de glicogênio;
- armazenamento de algumas vitaminas (A, D, E, K e B<sub>12</sub>), lipídios e certos minerais, como o ferro;
- transformação do excesso de carboidratos e proteínas em lipídios, que são armazenados no tecido adiposo;
- produção de várias proteínas, como as relacionadas ao processo de coagulação sanguínea (protrombina, fibrinogênio);
- retirada do nitrogênio dos aminoácidos para que eles possam ser oxidados ou transformados em glicose;
- síntese de aminoácidos;
- destruição de hemácias velhas;
- detoxificação, ou seja, remoção de substâncias tóxicas do sangue, como álcool, medicamentos e poluentes, tornando-as mais solúveis e menos tóxicas para, posteriormente, serem eliminadas pela bile e pela urina.

Fígado: produz a bile, que fica armazenada na vesícula biliar e é gradualmente secretada no duodeno, ajudando na digestão de lipídios.



Duodeno: produz o suco intestinal, secreção que atua na digestão de diferentes tipos de proteínas e carboidratos.

■ Representação esquemática do fígado, do pâncreas, da vesícula biliar e do duodeno.



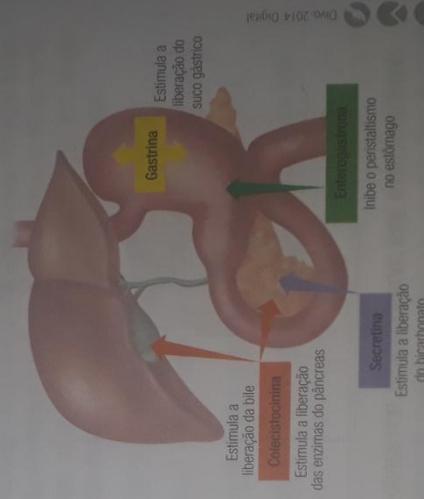
■ Representação esquemática da localização e da estrutura do intestino grosso

## Controle hormonal da digestão

O processo digestório, assim como o controle das secreções que propiciam a transformação dos alimentos, é realizado sob a ação dos sistemas nervoso e endócrino.

O contato do alimento com a parte final do estômago ativa suas células a produzir **gastrina**, hormônio que estimula a secreção do suco gástrico. Quando o quimo chega ao duodeno, sua acidez ativa a produção de **secretina**, hormônio que estimula o pâncreas a liberar o bicarbonato de sódio, responsável pela neutralização do pH.

No duodeno, ocorre a secreção do hormônio **colecistocina**, estimulando o pâncreas a eliminar as enzimas do suco pancreático e a vesícula biliar a eliminar a bile. O duodeno também produz o hormônio **enterogastrona**, que é secretado no estômago, inibindo a liberação do suco gástrico e o peristaltismo.



■ Esquema ilustrativo da atuação dos hormônios na digestão



Organize as ideias

2 Nem todos os animais apresentam sistema digestório especializado para a realização das transformações necessárias nos alimentos a fim de que os nutrientes sejam absorvidos. Em relação a esse assunto, descreva de que maneira os diferentes grupos de animais invertebrados e vertebrados absorvem os nutrientes para se manterem vivos.

3 Sugestão de resposta.

## Intestino grosso

Após passar pelo intestino delgado, o bolo alimentar torna-se bastante líquido em virtude dos vários sucos digestivos que são adicionados a ele (quimo). O **intestino grosso** apresenta aproximadamente 1,5 m de comprimento e é constituído por três regiões: ceco, cólon e reto.

No **ceco**, encontra-se uma projeção denominada **apêndice cecal**. Nos animais herbívoros não ruminantes, como o coelho, essa estrutura é mais desenvolvida, pois atua como um reservatório onde ocorre parte da digestão. A função dessa estrutura no corpo humano gera muitas controvérsias. Alguns cientistas acreditam que seja um órgão vestigial, ou seja, teria perdido sua função durante o processo de evolução humana; outros defendem que ele auxilia no sistema imunológico.

O apêndice cecal é um local propício à proliferação de bactérias, que podem causar inflamações, caracterizando a apendicite, quando há obstrução de sua entrada e acúmulo de material fecal. Quando isso ocorre, o apêndice cecal precisa ser removido cirurgicamente, pois existe o risco de seu rompimento.

Os **colôns** constituem a maior parte do intestino grosso. Neles, ocorre a absorção da água e dos sais minerais que não foram absorvidos pelo intestino delgado e existem inúmeras bactérias que formam a **microbiota intestinal** (popularmente chamada de flora intestinal). Essas bactérias são benéficas e protegem o corpo humano de micro-organismos causadores de doenças. Além disso, sintetizam compostos como a vitamina K e realizam a decomposição do que não foi digerido, o que pode provocar gases.

No intestino grosso, ocorre a formação das fezes, que são constituídas por água, restos não digeridos de alimentos (como a **celulose**) e um grande número de bactérias (cerca de 50% da massa fecal). As fezes são eliminadas pelo **reto**, canal musculoso que se abre para o exterior através do **ânus**.

O corpo humano não digere a celulose porque não apresenta enzimas específicas (celulases). Contudo, incluir fibras vegetais na alimentação é importante, pois elas auxiliam na formação das fezes e facilitam a evacuação.