



#BOX 4.0

SISTEMA

DIGESTÓRIO

Rogério Gozzi

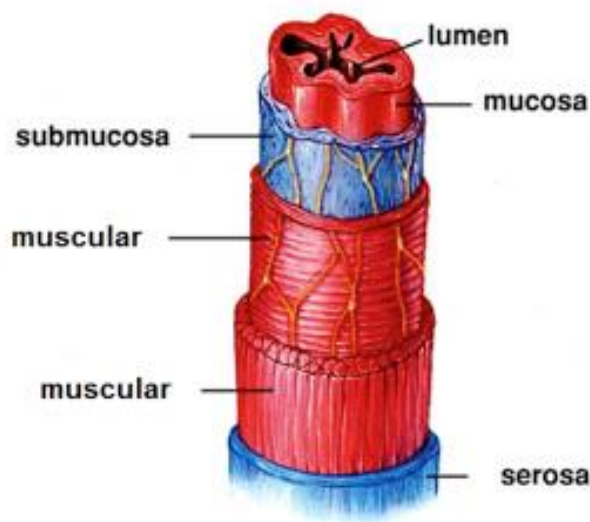
APOSTILA

Nosso organismo funciona como um carro, que só consegue funcionar se você encher o tanque dele de combustível, caso contrário ele para de funcionar e te deixará na mão onde estiver, até que você encha novamente o seu tanque com combustível. Assim também é o nosso organismo, ele precisa de energia para funcionar, e essa energia é proveniente dos alimentos que consumimos diariamente. Os alimentos contêm os nutrientes necessários para que nosso organismo permaneça em funcionamento sem o prejuízo de nenhuma função orgânica. Se não nos alimentarmos, nosso organismo pode entrar em colapso e apagar, assim como um carro sem combustível. Estes alimentos ricos em nutrientes são processados pelo sistema digestório, que retirará dos alimentos os nutrientes necessários para nosso organismo gerar energia, para formar novos tecidos corporais ou para reparar tecidos lesados. Quando você ingere um alimento ele percorre mais de 6 metros de tubos, onde sofrerá diversas transformações para facilitar a sua absorção pelo organismo, e desta forma o sistema digestório consegue extrair praticamente todos os nutrientes contidos nestes alimentos. A única forma que temos de buscar energia é por via alimentar, porém todos os alimentos que consumimos contêm moléculas que são grandes demais (macromoléculas) para serem absorvidas pelo tubo digestório, então elas devem ser fragmentadas em moléculas cada vez menores (micromoléculas) para serem absorvidas e entrarem na circulação sistêmica para chegarem em todos os órgãos do corpo. O sistema digestório é constituído por duas porções principais: o tubo digestório, que é um tubo muscular cilíndrico que conduz o alimento desde sua ingestão na boca até sua eliminação pelo ânus; e as glândulas anexas, que são órgãos conectados ao tubo digestório através de ductos e contribuem com enzimas e bile para complementarem a digestão dos alimentos. Todo o processo de transformação e absorção dos nutrientes presentes nos alimentos ingeridos depende

tanto da motilidade do tubo digestório quanto das enzimas produzidas e secretadas pelas glândulas anexas. Depois de absorvidos praticamente todos os nutrientes dos alimentos o bolo fecal é eliminado pelo ânus na forma de fezes. Uma das patologias mais comuns do sistema digestório é a gastrite, onde por diversos motivos pode ocorrer uma inflamação nas paredes do estômago gerando refluxo, mal-estar e muita dor, porém dependendo do grau é totalmente tratável. O ramo das ciências médicas que estuda a anatomia, a fisiologia, o diagnóstico e o tratamento de doenças do sistema digestório é a **gastroenterologia**. As cirurgias do sistema digestório são realizadas pelo **cirurgião do aparelho digestivo**. O diagnóstico e tratamento das doenças do reto e ânus é feita pelo **proctologista**.

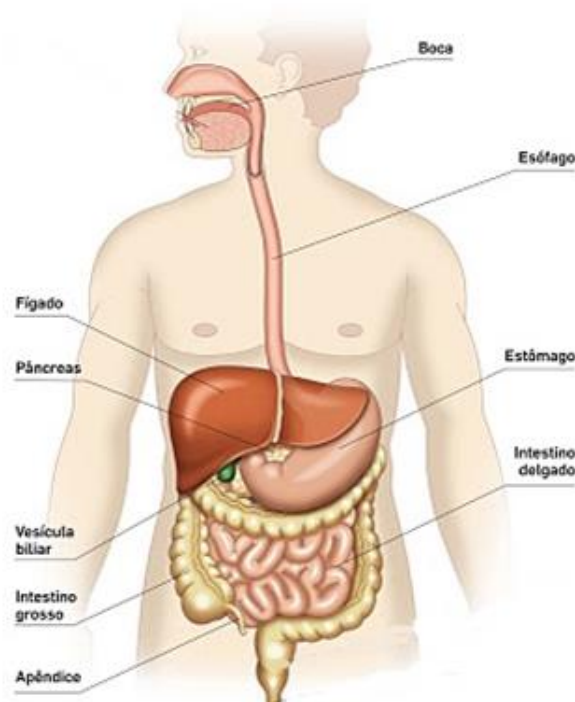
Divisões anatômicas do Sistema Digestório

O sistema digestório é dividido em duas porções principais: o **tubo digestório** (também chamado de canal alimentar) e as **glândulas anexas** (também chamadas de órgãos digestórios acessórios). O **tubo digestório** é um tubo cilíndrico que tem início na boca e término no ânus e em sua maior parte é composto por 4 camadas (adventícia, muscular, submucosa e mucosa), sendo que a muscular é constituída por musculatura lisa de contração involuntária.



Os **órgãos anexas** são compostos pelas **glândulas salivares, fígado, vesícula biliar e pâncreas**. Os órgãos anexas ficam conectados ao tubo digestório através de ductos. Desta forma, as enzimas e demais substâncias digestivas são produzidas pelas glândulas anexas e lançadas no tubo digestório através de seus ductos. Os alimentos que estão passando pelo tubo digestório sofrerão a ação destas enzimas dentro do tubo digestório, onde as macromoléculas dos alimentos serão quebradas e reduzidas

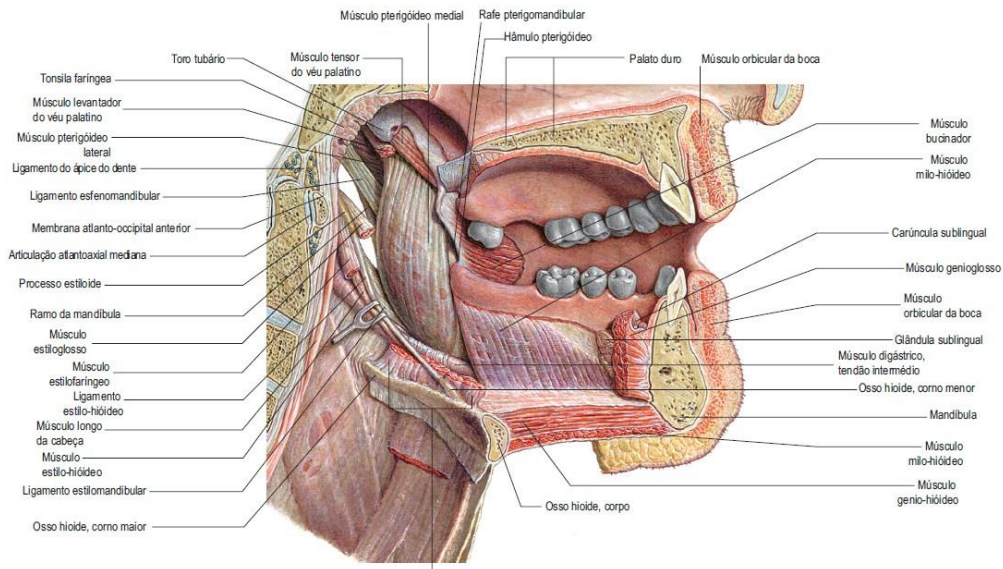
a micromoléculas, e isso facilitará a absorção dos micronutrientes nos intestinos para a corrente sanguínea. Este processo digestivo deverá ocorrer de forma harmônica pela ação das duas partes do sistema digestório agindo em sinergia. O tubo digestório propulsiona o alimento ao longo de toda a sua extensão através de movimentos de contração e relaxamento chamados de **movimentos peristálticos**, ou simplesmente **peristaltismo**. Estes movimentos peristálticos ocorrem de forma semelhante ao que ocorre quando você aperta um tubo de pasta de dente e expulsa o creme dental para fora, pois o tubo digestório aperta o alimento e o força para baixo de forma lenta e rítmica no caso do estômago e intestinos, e de forma muito rápida no esôfago. Podemos considerar o **processo digestório** sendo realizado em 4 fases principais: a **ingestão**, a **digestão**, a **absorção** e a **defecação**. A **ingestão** corresponde à entrada dos alimentos pela boca em direção ao tubo digestório; a **digestão** corresponde à quebra dos macronutrientes em micronutrientes, podendo ser mecânica (trituração dos alimentos pelos dentes e movimentos dos alimentos pela língua e pelo tubo digestório fazendo a mistura dos alimentos) ou química (hidrólise dos macronutrientes para transformá-los em micronutrientes pela ação das enzimas digestivas e da bile, para desta forma facilitar a absorção dos nutrientes dos alimentos); a **absorção** corresponde à passagem dos micronutrientes para a corrente sanguínea no caso dos monossacarídeos, aminoácidos e peptídeos, ou para a corrente linfática no caso dos monoglicerídeos e ácidos graxos; e a **defecação** corresponde à eliminação dos restos metabólicos, bactérias, células mortas da túnica mucosa do tubo digestório, substâncias não digeridas (como fibras) e substâncias digeridas, mas que por algum motivo não foram absorvidas.



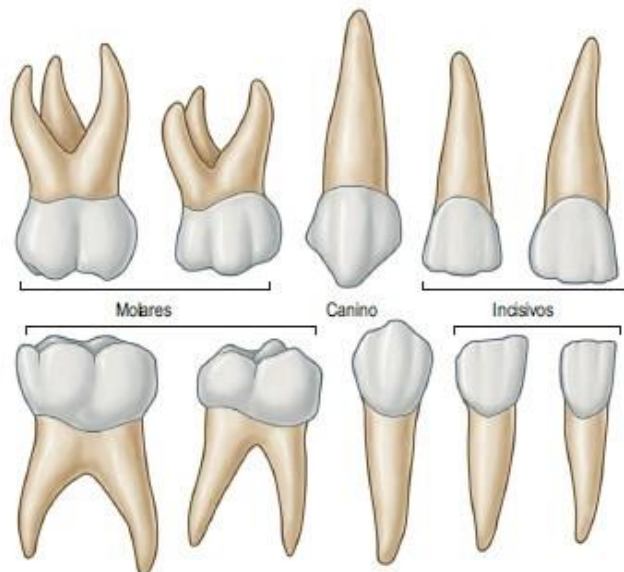
Anatomia do tubo digestório

O tubo digestório se estende desde a boca, por onde ingerimos os alimentos, até o ânus, local por onde é eliminado o bolo fecal na forma de fezes, que corresponde aos restos metabólicos do bolo alimentar que não foram absorvidos para a corrente sanguínea ou digeridos pelas enzimas digestivas que agem sobre o tubo digestório. O tubo digestório tem em média 6 metros de comprimento (varia entre 5 e 7 metros) *in vivo*, podendo ser um pouco mais longo no cadáver e atingir cerca de 7 a 9 metros de comprimento após a morte. A sua forma e espessura varia de acordo com o local em questão, por exemplo, na boca temos dentes e língua, no estômago o tubo apresenta uma enorme dilatação formando uma bolsa, no intestino delgado a luz do tubo é mais fina e no intestino grosso temos saculações e um aspecto sanfonado. Portanto mesmo o tubo digestório sendo uma estrutura longa e contínua, ele não é homogêneo e apresenta características que diferem cada órgão que compõe esta parte do sistema digestório. **Os órgãos que compõe o tubo digestório são: a boca (ou cavidade oral), a faringe, o esôfago, o estômago, o intestino delgado, o intestino grosso, o reto e o ânus.** Um detalhe interessante é que a laringe NÃO pertence ao sistema digestório, ela é parte componente apenas do sistema respiratório, portanto não confunda. Abaixo estudaremos em detalhes cada órgão do tubo digestório e seus respectivos componentes.

Boca: é na boca que todo o processo digestivo tem início com a entrada dos alimentos para o interior da cavidade oral. Este processo é chamado de ingestão, e na boca teremos a ação da saliva (produzida pelas glândulas salivares) iniciando o processo de digestão química e formação do bolo alimentar, que é a mistura do alimento ingerido com a saliva, formando uma pasta. Os dentes iniciam o processo de digestão mecânica triturando e amassando o alimento para facilitar a deglutição do alimento sem que tenhamos o risco de engasgar. A língua complementa o processo de digestão mecânica movimentando o bolo alimentar pela boca, ajudando a misturá-lo e deixá-lo em uma consistência mais líquida. Anatomicamente a cavidade oral é dividida em **vestíbulo da boca e cavidade da boca**, sendo que o vestíbulo é o espaço delimitado externamente pelos lábios e bochechas e internamente pelos dentes e gengivas. Todo o espaço dos dentes para o interior da boca corresponde à cavidade da boca. A fenda formada pela união dos lábios superiores e inferiores é chamada de rima da boca. Portanto se considerarmos **os limites anatômicos da boca** teremos: **anteriormente os lábios, lateralmente as bochechas, superiormente o palato (céu da boca), inferiormente a língua e posteriormente as fauces (limite entre a cavidade oral e a faringe).**

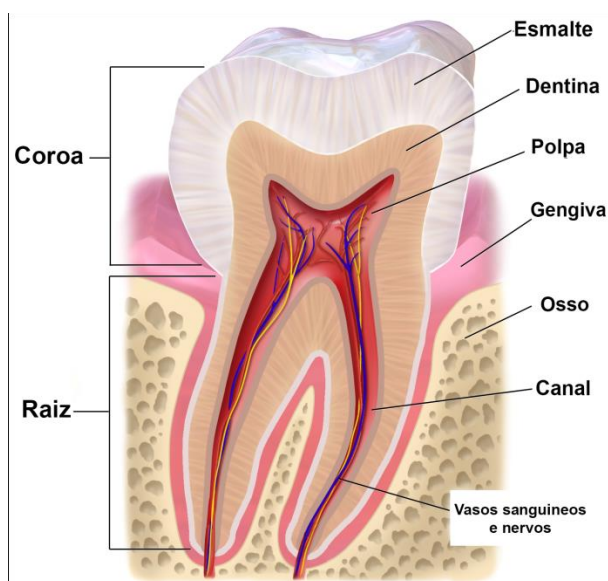


Dentes: os dentes são estruturas muito duras presentes na boca que apresentam uma parte exposta chamada **coroa**. Os dentes ficam presos aos ossos através das **raízes**, como se fosse um prego fincado em uma madeira, onde o prego é a raiz do dentes e a madeira corresponde ao alvéolo dentário. A arcada dentária superior fica fixada nos alvéolos do osso maxilar e arcada inferior está fixada nos alvéolos da mandíbula. O **limite entre a coroa e a raiz é chamada colo**. O ser humano apresenta duas dentições, a primária (dentes de leite) e a permanente. A dentição primária começa a aparecer a partir dos 6 meses e apresenta 20 dentes. A dentição permanente é substituída a partir dos 6-7 anos e conta com 32 dentes, sendo que os 3º molares (dentes do siso) podem aparecer por volta dos 25 anos, concluindo a dentição permanente. Em alguns casos os 3º molares podem nem aparecer ou podem emergir tortos, empurrando a arcada inferior, sendo recomendada a sua retirada para não comprometer a arcada inferior. Os 32 dentes do adulto correspondem a **8 incisivos** (sendo 4 centrais e 4 laterais), 4 caninos, 8 pré molares e 12 molares.



Os dentes incisivos tanto centrais quanto laterais apresentam a coroa em forma de bisel para cortar os alimentos e apresentam uma única raiz. Os caninos apresentam a coroa cônica, apresentam também uma única raiz e sua função é perfurar os alimentos durante a mastigação. Os pré molares apresentam a coroa reta apresentando dois tubérculos e sua raiz pode ser única ou bífida, e tem por função amassar os alimentos mastigados. Os molares apresentam a superfície da coroa reta porém com maior área de superfície em relação aos pré molares, apresentando de 3 a 5 tubérculos, e apresentam cerca de duas ou três raízes. Sua função é amassar os alimentos durante a mastigação, por isso você sente que a maior parte de sua mastigação é feita com os dentes mais profundos, que são os molares.

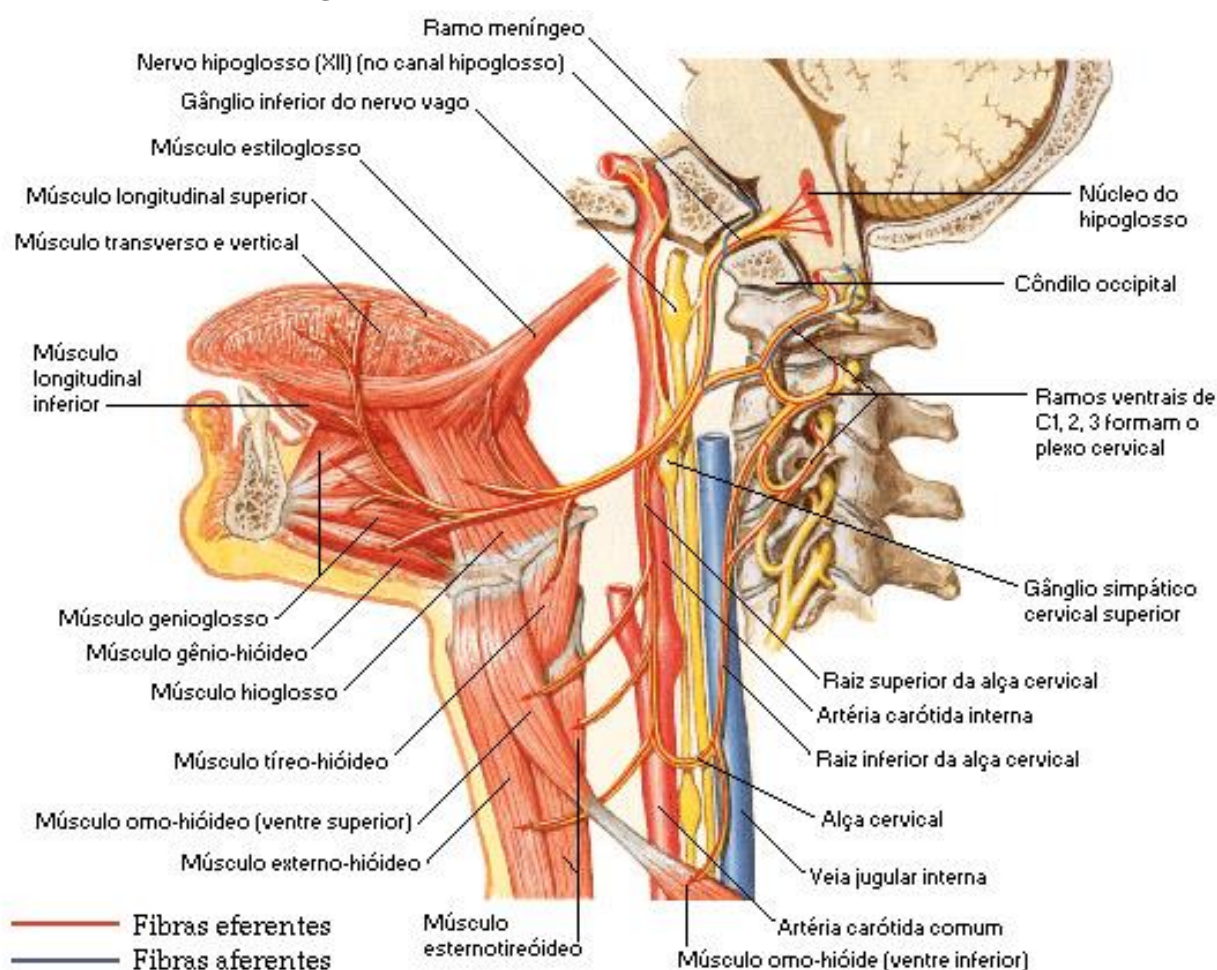
Internamente, os dentes possuem 3 camadas bem definidas: uma calcificada e mais superficial de tecido calcificado chamada **esmalte** (recobrindo a coroa) ou **cemento** (recobrindo a raiz); uma camada intermediária, muito dura e também calcificada chamada **dentina**; e a camada mais profunda, constituída de tecido conjuntivo que levará nutrição e inervação ao dente, que é a polpa do dente.



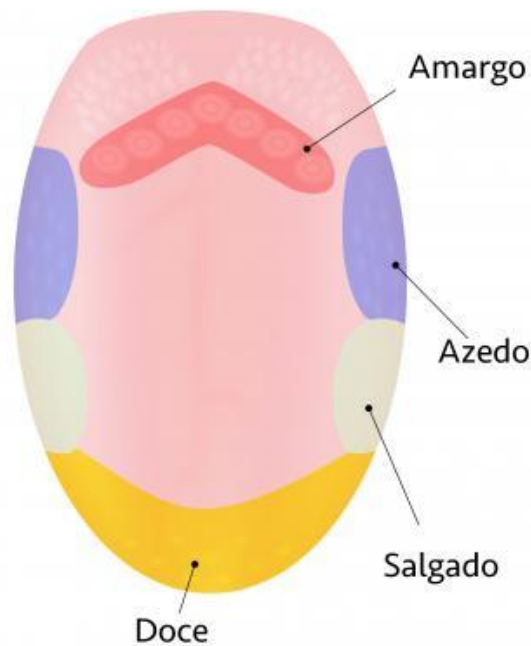
Os dentes ficam presos aos alvéolos dentários através do ligamento periodontal, que é o tecido conjuntivo que mantém os dentes presos aos ossos. A **inervação dos dentes é feita pelos nervos maxilar** (arcada dentária superior) e **mandibular** (arcada dentária inferior). Tanto o nervo maxilar (V2) quanto o nervo mandibular (V3) são ramos sensitivos do nervo Trigêmio (V).

Língua: é um órgão muscular composto por 8 músculos (4 intrínsecos e 4 extrínsecos) que tem função importante na mastigação (digestão mecânica), na deglutição (empurrando o palato mole para cima facilitando a deglutição), no paladar e na articulação das palavras. A terminologia *glosso* diz respeito à língua, portanto sempre

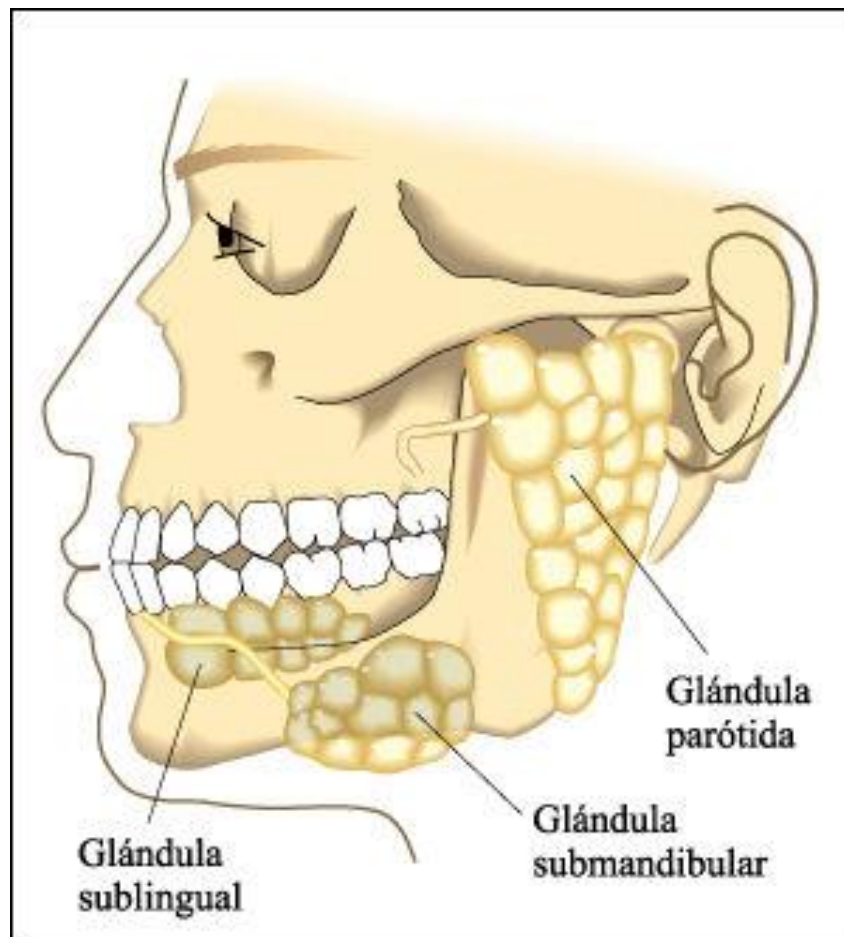
que uma estrutura tiver *glosso* no nome você já sabe que tem relação com a língua. Os **músculos extrínsecos** da língua são responsáveis por fixá-la aos ossos dessa região. O músculo **genioglosso** fixa a língua à mandíbula, o **hioglosso** fixa a língua ao osso hióide, o **estiloglosso** fixa a língua ao processo estilóide do osso temporal e o **palatoglosso** fixa a língua ao palato mole. Os **músculos intrínsecos** são aqueles que compõem o corpo da língua e geram os movimentos dela. São eles: o **músculo longitudinal superior**, o **músculo longitudinal inferior**, o **músculo transverso da língua** e o **músculo vertical da língua**.



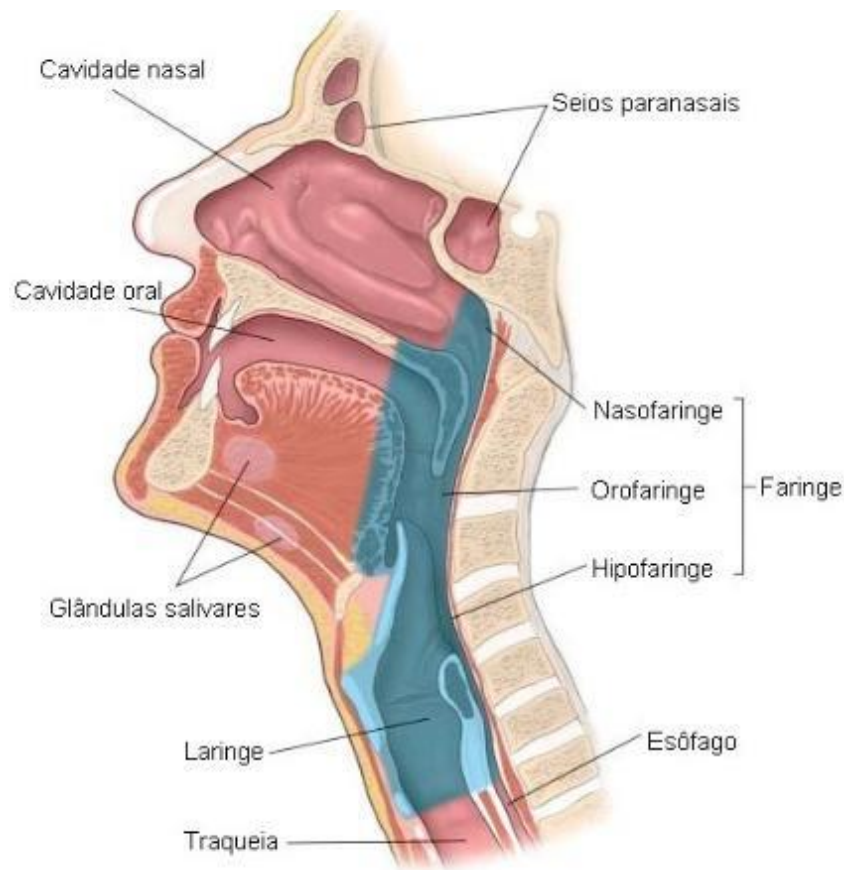
As **papilas gustativas** (ou papilas linguais) ficam espalhadas por toda a superfície da língua, mas concentram-se mais nas bordas dela, regiões onde temos maior sensibilidade aos paladares **doce, salgado, amargo, azedo e umami**. Além da língua, temos papilas gustativas no palato mole e na epiglote, portanto nestas regiões também temos a sensação do paladar. De acordo com a morfologia das papilas, elas podem ser: **filiformes** (em forma de fio, muito numerosas), **fungiformes** (em forma de cogumelo), **cônicas**, **folhadas** e **circunvaladas**. A inervação sensitiva dos 2/3 anteriores da língua é feita pelo nervo trigêmeo (V) e o paladar dos 2/3 anteriores é captado pelo nervo Facial (VII). Tanto a inervação sensitiva quanto o paladar do 1/3 posterior da língua são captados pelo nervo Glossofaríngeo (IX).



Glândulas salivares: apesar de serem glândulas anexas do sistema digestório, elas serão estudadas neste capítulo por lançarem o seu produto de secreção, que é a saliva, no interior da cavidade oral através de ductos. Existem pequenas glândulas salivares na túnica mucosa da cavidade oral que não são muito citadas nos livros didáticos apesar de serem importante também no processo de digestão que se inicia na boca. **As glândulas menores são as linguais, as labiais, as bucais e as palatinas.** As glândulas maiores tem maior importância por produzirem maior quantidade de saliva e enzima ptialina (também conhecida como amilase salivar). **As glândulas maiores são as Parótidas, as Submandibulares e as Sublinguais** e todas elas são pares (temos tanto do lado esquerdo quanto do lado direito). As **glândulas Parótidas** são as maiores e estão localizadas ântero-inferiormente às orelhas, entre a pele e o músculo masseter e seu ducto perfura o músculo bucinador e emerge na região do 2º molar superior. As **glândulas Submandibulares** ficam na região do assoalho da boca ínfero-medialmente ao corpo da mandíbula e seus ductos emergem abaixo da língua lateralmente ao frênulo lingual. As **glândulas Sublinguais** ficam logo abaixo da língua e seus ductos se abrem no assoalho da boca logo abaixo da língua. A saliva produzida pelas glândulas salivares é composta por 99,5% de água e 0,5% de solutos, como sódio, potássio, cloreto, bicarbonato e fosfato. Além destas substâncias, a saliva contém também uma enzima chamada **ptialina (ou amilase salivar)**. Diariamente produzimos cerca de 1 litro a 1 litro e meio de saliva, e em condições normais sua secreção é mediada pelo sistema nervoso autônomo parassimpático. A saliva é importante na lubrificação dos elementos da cavidade oral, limpeza dos dentes, umidificação do bolo alimentar e também do esôfago e seu pH é levemente ácido (quase neutro), variando entre 6,35 e 6,85.

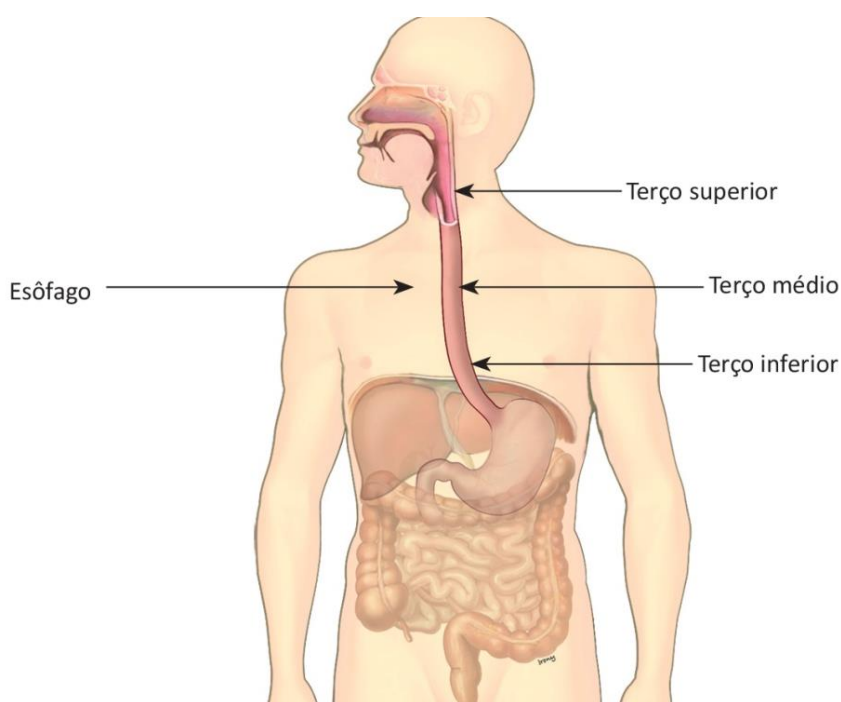


Faringe: é um órgão miomembranoso constituído em sua maior parte por musculatura estriada esquelética recoberta por túnica mucosa e **é via de passagem tanto do sistema respiratório quanto do sistema digestório**, atuando durante a respiração na maior parte do tempo e durante a deglutição quando estamos nos alimentando ou bebendo água ou outros líquidos. Anatomicamente **é dividida em três partes: uma nasal (ou nasofaringe), uma oral (ou orofaringe) e uma laríngea (ou laringofaringe)**. Todas as 3 porções da faringe estão atuantes durante a respiração, porém durante a deglutição somente a orofaringe e a laringofaringe são utilizadas. Os limites anatômicos da faringe são: as coanas (entre a cavidade nasal e a nasofaringe), o istmo das fauces (entre a cavidade oral e a orofaringe) e o ádito da laringe (entre a laringofaringe e a glote). As contrações musculares da orofaringe e da laringofaringe impulsionam o alimento para o esôfago e posteriormente para o estômago. A epiglote é uma válvula localizada na porção superior da laringe, responsável pela abertura e fechamento da glote (entrada da laringe). Na maior parte do tempo a epiglote fica projetada ântero-superiormente permitindo a entrada do ar em direção à traquéia, porém quando engolimos ela se projeta pósterio-inferiormente fechando a glote, impedindo que o alimento entre nas vias aéreas e o direcionando para o esôfago.



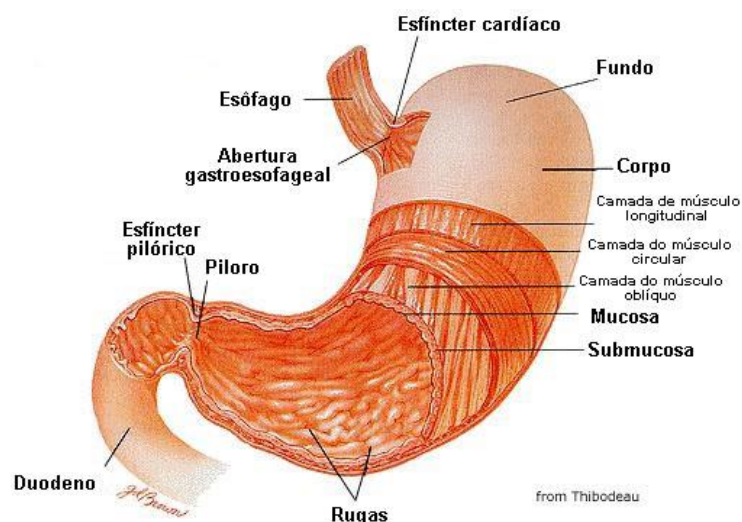
Esôfago: antes de falarmos sobre o esôfago propriamente dito é importante salientar que do esôfago até o intestino grosso temos todas as estruturas do tubo digestório contendo as túnicas adventícia, muscular, submucosa e mucosa. O que vai mudar de uma região para a outra são as características de cada uma destas camadas, principalmente nas camadas muscular e mucosa. O esôfago é também um órgão miomembranoso que se estende desde a faringe até o estômago, de formato tubular e medindo cerca de 25 a 30 cm de comprimento, correndo posteriormente à traquéia e anteriormente à coluna vertebral. O esôfago **apresenta 3 porções: a cervical, a torácica e a abdominal** (eventualmente alguns autores ainda citam uma 4ª porção denominada diafragmática, pois o esôfago perfura o músculo diafragma através do hiato esofágico). Quando a parte abdominal do esôfago se projeta acima do hiato esofágico ocorre uma patologia denominada hérnia de hiato. Em sua porção superior possui um esfíncter constituído de musculatura esquelética denominado esfíncter esofágico superior, em sua porção inferior o esfíncter é constituído de musculatura lisa involuntária, e é chamado de esfíncter esofágico inferior. A túnica muscular do terço superior do esôfago é constituída exclusivamente por músculo estriado esquelético, portanto voluntário. O terço médio é misto, pois possui tanto músculo esquelético quanto músculo liso em sua túnica muscular. O terço inferior do esôfago é exclusivamente composto por músculo liso, portanto esta porção inferior é totalmente involuntária. O peristaltismo do esôfago é muito rápido, pois ele é apenas um órgão

de condução do bolo alimentar, e nesta região não temos secreção enzimática nem absorção de nutrientes. O alimento atravessa os 30 cm do esôfago em cerca de 5 segundos, portanto ele conduz o alimento a cerca de 6 cm/segundo. Na boca temos o processo de deglutição totalmente voluntário, tanto que a fase da deglutição que ocorre na boca pela ação da língua, úvula e musculatura hióidea é chamada fase voluntária da deglutição. Na faringe teremos a fase faríngea da deglutição onde teremos o chamado reflexo de deglutição disparado pela ponte, tornando o ato involuntário. A terceira fase da deglutição é chamada fase esofágica, involuntária, com movimentos peristálticos rápidos.



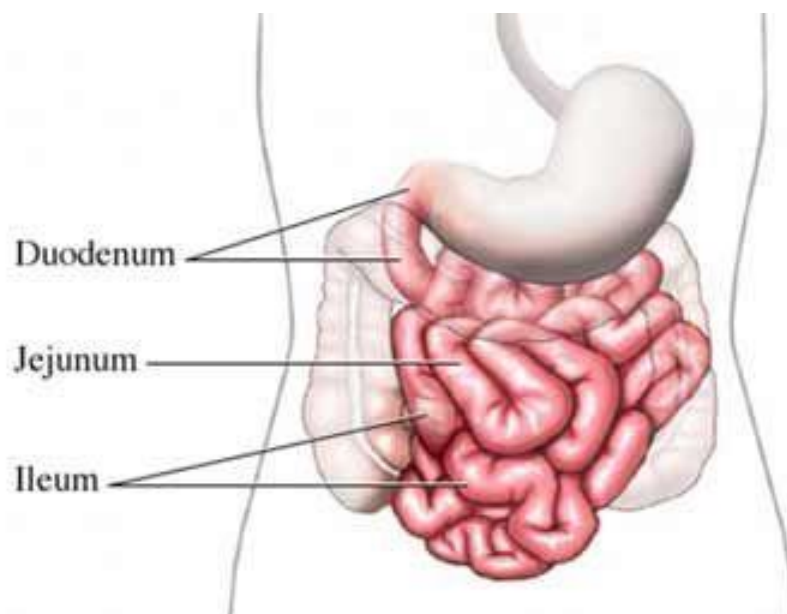
Estômago: assim que o esôfago termina abaixo do esfíncter esofágico inferior teremos uma dilatação do tubo digestório em formato de bolsa que é o estômago. O estômago é a porção mais dilatada do tubo, pois os alimentos devem ficar armazenados e serem digeridos nesta bolsa, sendo que a maior parte do processo digestivo é feito no estômago, onde o bolo alimentar pode ficar por até 24 horas sendo digerido pelas enzimas e ácido presentes neste órgão. Quando o bolo alimentar se mistura com o ácido clorídrico e com as enzimas estomacais teremos a formação de uma pasta denominada **quimo**, onde os nutrientes dos alimentos estão sendo digeridos. O estômago fica posicionado em sua maior parte no quadrante superior esquerdo do abdômen, mais precisamente ocupando os quadrantes epigástrico (2) e hipocondríaco esquerdo (3), anteriormente ao pâncreas, medialmente ao baço, superiormente ao cólon transverso e do lado oposto do fígado. O estômago é **dividido anatomicamente em 4 partes: a cárdia, o fundo, o corpo e o piloro**. A cárdia tem início após o esfíncter esofágico inferior, portanto o bolo alimentar entra no estômago

através da cárdia, logo após a cárdia temos o **fundo** lateralmente e o **corpo** inferiormente. Muitas pessoas têm dificuldade em entender o porquê do fundo do estômago ficar acima do corpo, mas a explicação é bem simples. Como o alimento entra no estômago pela cárdia e desce pela ação da gravidade, o bolo alimentar tende a cair direto no corpo e enche de baixo para cima. Por este motivo, quando você come muito, tem a sensação de refluxo porque o fundo do estômago fica próximo à cárdia e ele pode de fato refluir ou você pode até vomitar se comer demais. A porção terminal do estômago é o **piloro**, local onde o estômago se conecta ao duodeno, que é a primeira porção do intestino delgado. O limite entre o piloro e o duodeno é o esfíncter pilórico, que possui uma estreita abertura para a passagem do quimo para o duodeno depois de sofrer digestão pelo estômago. O estômago apresenta duas curvaturas: a curvatura maior, que fica voltada para o lado esquerdo e tem relação com o pâncreas e com o baço; e a curvatura menor, que fica voltada para o lado direito e tem relação com o fígado. Histologicamente, o estômago possui as mesmas quatro camadas de todas as porções do tubo: a túnica adventícia (mais externa), a túnica muscular, a túnica submucosa e a túnica mucosa (mais interna). Morfologicamente, existem alguns detalhes que diferem as túnicas estomacais das demais partes do tubo. A primeira é que **no estômago temos 3 camadas na túnica muscular (as demais partes do tubo têm apenas duas)**, sendo a camada superficial composta por fibras musculares lisas longitudinais, a camada média composta por fibras circulares e uma terceira camada composta por fibras oblíquas. A segunda diferença é que **na túnica mucosa temos a formação das pregas gástricas quando o estômago está vazio**, dando ao ambiente interno deste órgão um aspecto enrugado. Isso é importante pois conforme o estômago vai enchendo essas rugas vão estirando até ficarem totalmente lisas, demonstrando que o estômago atingiu sua capacidade máxima de armazenamento de alimento, que é de cerca de 1 litro a 1 litro e meio.

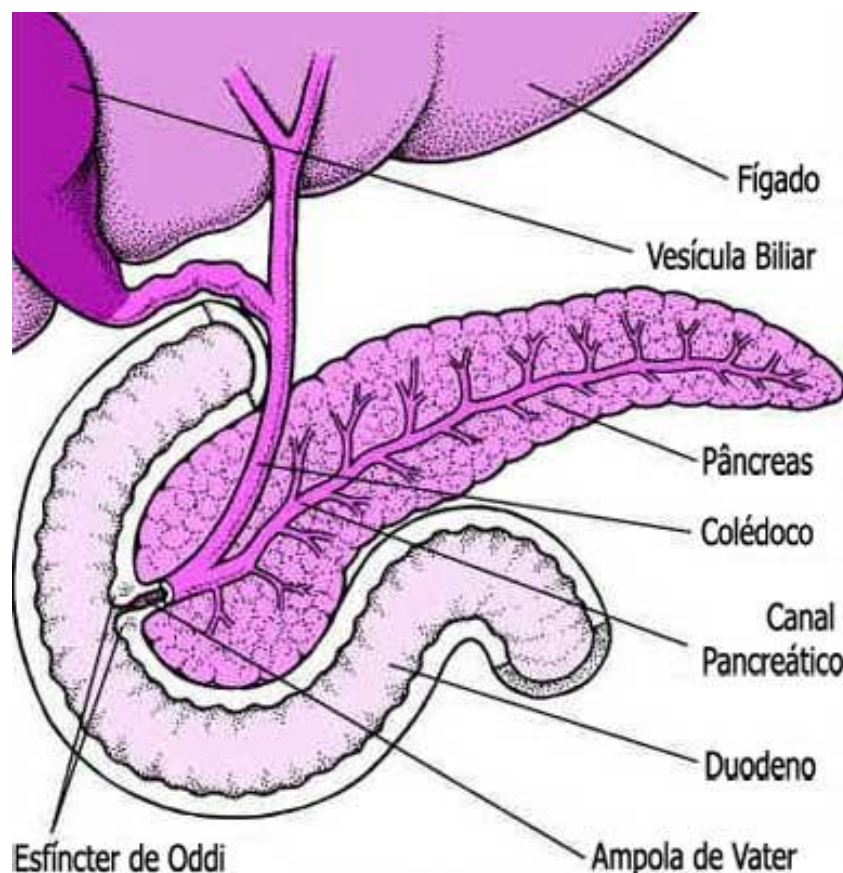


Quando o bolo alimentar entra no estômago e se mistura ao ácido clorídrico e às enzimas estomacais teremos a formação do chamado **quimo**. O **ácido clorídrico** é extremamente forte, e é ele que deixa o estômago com o pH variando entre 1,5 e 2 e isso neutraliza a ação da maioria das bactérias presentes na boca e nos alimentos, e fornecem o ambiente ideal para a ação da pepsina gástrica, que opera muito bem nestas condições. A **pepsina** é responsável pela quebras das proteínas ingeridas na alimentação e é produzida pela túnica mucosa na forma de pepsinogênio e posteriormente é convertida em pepsina para evitar a degradação das paredes estomacais (feitas de proteínas). Esta enzima quebra as ligações peptídicas das proteínas, reduzindo-as em aminoácido e peptídios, para facilitar sua absorção pelo intestino delgado. Outra enzima do estômago é a **lipase gástrica**, responsável pela quebra das gorduras (triglicerídios) em ácidos graxos e monoglicerídios. O monoglicerídio é representado pela ligação de 1 glicerol a um ácido graxo. Apesar de o estômago ser um órgão responsável somente pela digestão (quebra) dos nutrientes ele ainda é capaz de absorver uma pequena quantidade de água, íons, ácidos graxos de cadeia curta e álcool. A atividade secretora e a motilidade do estômago é mediada por um hormônio denominado **gastrina**, produzido pelas células produtoras de gastrina e secretado quando o alimento entra no estômago, e isso irá estimular toda ação secretora e peristaltismo estomacal.

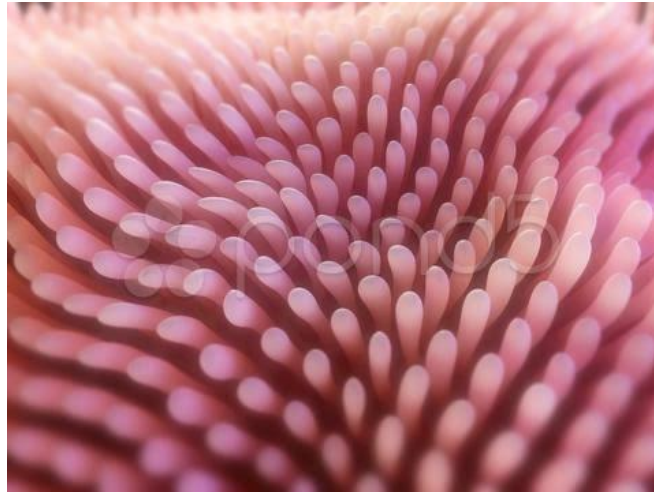
Intestino delgado: após a abertura do esfíncter pilórico temos o início do intestino delgado (ID), que se estende por cerca de 5 metros até o óstio-ileal. Anatomicamente o ID é dividido em 3 partes principais: o **duodeno**, o **jejuno** e o **íleo**, sendo que as duas últimas partes não tem uma definição exata de seus limites, e é comumente classificada apenas como jejuno-íleo.



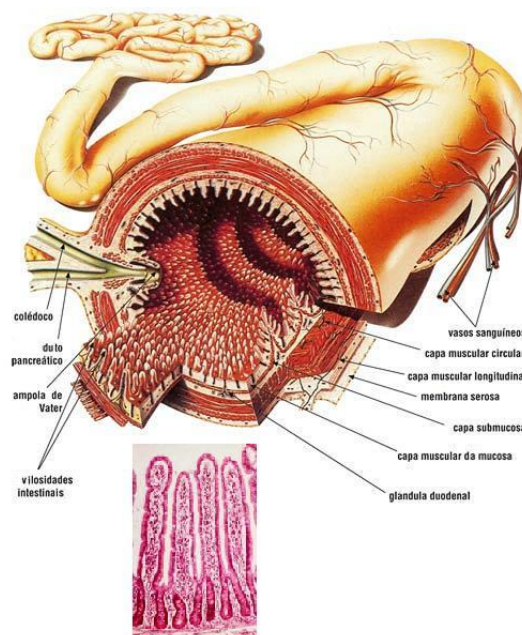
O duodeno corresponde aos primeiros 25 cm do intestino delgado, logo após o esfíncter pilórico, é importantíssimo no complemento da digestão do quimo proveniente do estômago pela ação das enzimas pancreáticas e da bile, que desembocam no duodeno através da ampola hepato-pancreática (ou ampola de *Vater*) que se abre no duodeno através do esfíncter de *Oddi*. Portanto é importante salientar que na região do duodeno temos a junção das principais glândulas anexas (fígado, vesícula biliar e pâncreas) ao tubo digestório através da ampola de *Vater*.



É por aí que o duodeno recebe o suco pancreático contendo bicarbonato e enzimas digestivas para complementar a digestão do quimo. Este bicarbonato presente no suco pancreático neutraliza a acidez do quimo proveniente do estômago, deixando o ambiente duodenal levemente alcalino ($\text{pH}=7,6$), o que favorece a ação tanto das enzimas pancreáticas quanto das enzimas da borda em escova do ID. O jejuno-íleo é importante também no complemento da digestão do quimo, mas é ainda mais importante na absorção dos nutrientes já devidamente digeridos e quebrados pelas enzimas e bile. No ID o peristaltismo é extremamente lento, o que favorece a maior absorção de nutrientes pelo jejuno-íleo. Além disso temos um detalhe histológico importante sobre a túnica mucosa do ID, onde temos a presença das vilosidades intestinais, que dão um aspecto aveludado às paredes internas do ID.

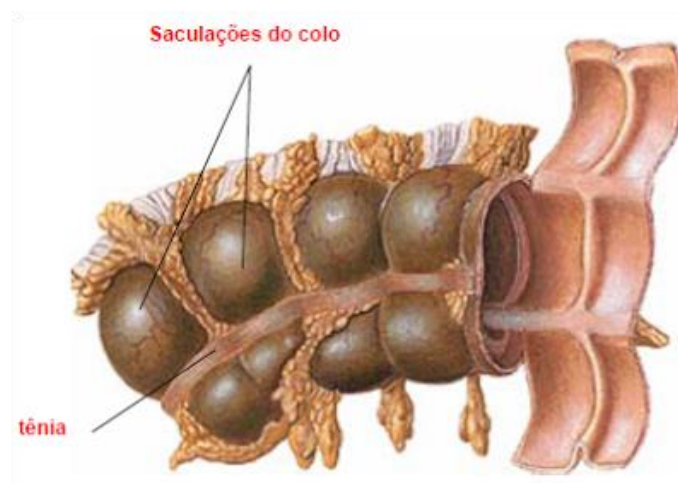


Essas vilosidades aumentam a área de absorção da mucosa intestinal, aumentando a eficácia do processo de absorção dos nutrientes. Além das vilosidades, que são visíveis a olho nu, temos também as microvilosidades intestinais, que são responsáveis pela secreção de diversas enzimas para a digestão das proteínas, carboidratos e ácidos nucléicos e assim, ao mesmo tempo que liberam a enzima quebrando estes nutrientes facilitam a absorção pela mesma parede intestinal. Essa morfologia das microvilosidades é chamada de **borda em escova**, sendo nesta região que algumas enzimas são produzidas, são elas: **a alfa dextrinase, a sacarase, a maltase e a lactase** para a quebra de carboidratos; **a peptidase e a aminopeptidase** para a quebra de proteínas; e **a nucleosidase e a fosfatase** promovendo a quebra de ácidos nucléicos). Portanto se considerarmos que o ID tem 5 metros, peristaltismo muito lento, vilosidades e microvilosidades, todo este conjunto é feito para que tenhamos a maior absorção de nutrientes possíveis da parede do ID para a corrente sanguínea.



Um detalhe importante é que os aminoácidos, peptídeos e monossacarídeos são absorvidos pelos capilares sanguíneos diretamente para a corrente sanguínea, sendo conduzidos ao fígado através do sistema portal do Fígado. Os ácidos graxos grandes serão envolvidos por uma cápsula chamada micela formando massa esféricas de aproximadamente 80 nm chamadas quilomicrons, que serão absorvidos pelo sistema linfático através de um capilar denominado vaso lactífero. Do vaso lactífero os quilomicrons são armazenados na cisterna do quilo (ou cisterna de Pecquet) de onde serão liberados lentamente para a corrente sanguínea através do ducto torácico, que desemboca na junção das veias jugular interna esquerda e subclávia esquerda. O **jejuno-íleo** é a parte fixa do ID e fica ancorado à parede posterior do abdômen através do mesentério, que é uma estrutura em forma de leque que além de prender o jejuno-íleo na parede abdominal leva a nutrição, inervação e linfáticos ao ID, além de protegê-lo contra choques por ser um tecido gorduroso entre as alças intestinais. O término do ID se dá na região do **íleo**, onde temos o chamado óstio ileal, que se abre para lançar o quimo na primeira porção do intestino grosso. Nesta região temos uma válvula denominada esfíncter íleo-cecal, que determina o final do jejuno e o início do ceco (primeira porção do intestino grosso).

Intestino Grosso: é a parte terminal do tubo digestório e como o próprio nome já diz, é bem mais grosso que o intestino delgado e mais curto também, medindo cerca de 2 a 3 metros. O aspecto externo do intestino grosso (IG) é bem diferente das demais partes do tubo, apresentando saculações (parecendo uma sanfona) e três formações em forma de fita que são as chamadas tênias do cólon.



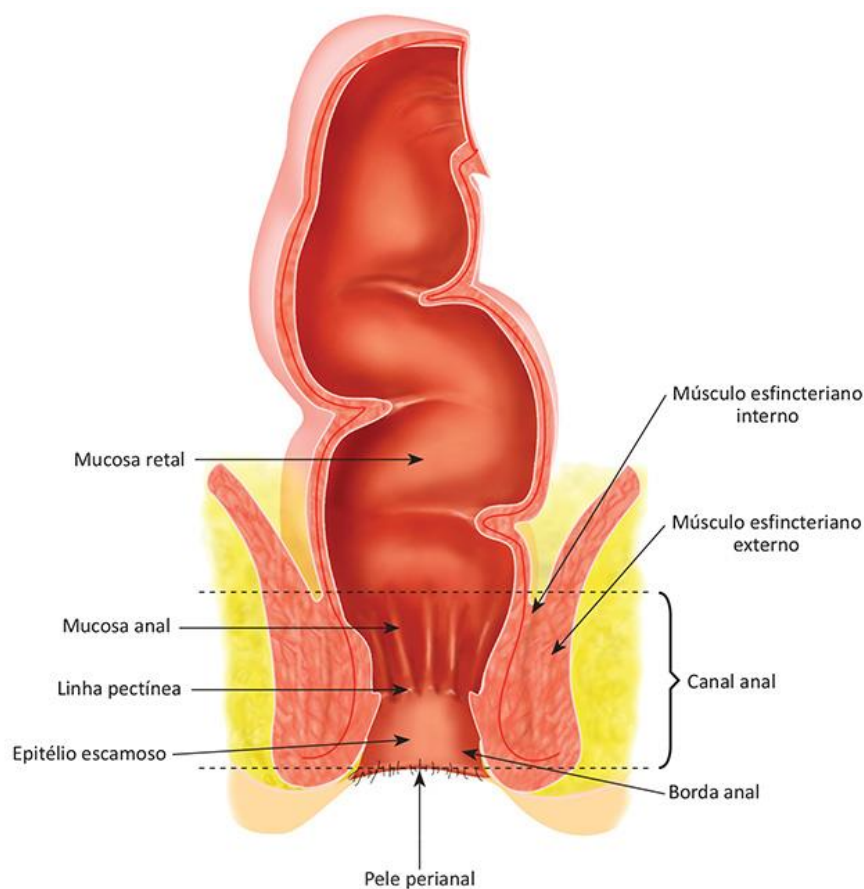
As tênias representam a musculatura longitudinal na região do IG, sendo visíveis a olho nu e bem detectáveis nas peças anatômicas e as saculações são formadas por maiores espaçamentos da musculatura circular. Do ponto de vista funcional, o IG é responsável pela absorção da maior parte do líquido e eletrólitos presentes no quimo.

Anatomicamente o IG é dividido em 6 partes: o ceco, o cólon ascendente, o cólon transverso, o cólon descendente, o cólon sigmóide e o reto.



O **ceco** é a primeira parte do IG, onde temos a abertura do óstio íleo-cecal, que lança o quimo do ID para o IG. Na sua porção inferior temos o famoso **apêndice vermiforme**, que como o próprio nome diz tem o formato de um verme. O apêndice é formado por tecido linfóide associado à mucosas (MALT) portanto tem função imunológica, ao contrário do que muitas pessoas pensam que o apêndice “só serve para gerar apendicite”. Evidentemente, se houver sua inflamação ou infecção (apendicite) pode haver necrose desta região e é indicada sua excisão cirúrgica. O **cólon ascendente** se projeta superiormente conduzindo o quimo para cima e seu limite com o ceco se dá ao nível do centro da papila ileal. O cólon ascendente termina em uma curva forte à esquerda, chamada flexura cólica direita. O **cólon transverso** inicia-se após a flexura cólica direita (na altura do fígado) e conduz o quimo no sentido transversal para o lado esquerdo. A partir da metade esquerda do cólon transverso temos um tipo de peristaltismo chamado peristaltismo em massa, onde todo o segmento terminal do IG gera um movimento peristáltico muito forte para a eliminação do conteúdo ali presente, que já pode ser chamado de bolo fecal, pois praticamente todos os nutrientes, água e eletrólitos dos alimentos já foram absorvidos e agora temos apenas uma massa pobre em nutrientes, que deve ser eliminada. O cólon transverso termina em uma forte curva para baixo chamada de flexura cólica esquerda. O **cólon descendente** inicia-se após a flexura cólica esquerda (na altura do baço) e conduz o bolo fecal para baixo em direção ao cólon sigmóide. O **cólon sigmóide** é a continuação do cólon descendente, realizando um trajeto em formato de S (sigmóide significa em formato de *sigma*, a letra S grega) que se projeta em direção

à linha mediana. O cólon sigmóide é mais móvel que as demais partes do IG e serve como um reservatório de fezes, tendo ação significativa durante o reflexo de defecação. O **reto** é a porção terminal do IG localizado próximo à linha mediana do corpo e é a continuação do cólon sigmóide. Tem o comprimento de cerca de 15 cm e **apresenta uma dilatação chamada ampola retal**, um reservatório de fezes. Sua porção final estreita é chamada de canal anal, e ali teremos dois esfíncteres anais, um interno (involuntário) e outro externo (voluntário). A abertura externa do canal anal é chamada de ânus, limitado internamente pelo esfíncter anal interno e externamente pelo esfíncter anal externo. Ao eliminar as fezes pelo ânus e esvaziarmos a ampola retal daremos espaço ao bolo fecal que vem na sequência do IG, permitindo seu armazenamento para a próxima defecação.

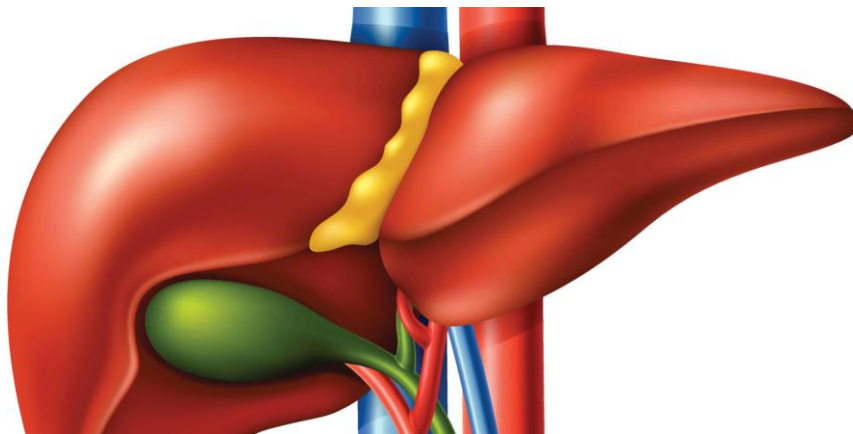


A constipação significa que o peristaltismo é muito lento e o bolo fecal fica muito tempo no interior do IG. Isso promove a absorção de praticamente toda a água do bolo fecal deixando-o com o aspecto seco e endurecido, podendo até mesmo provocar lesões no ânus durante a defecação. Por outro lado, quando um indivíduo apresenta uma infecção intestinal provocada por intoxicação alimentar ocorre aumento da velocidade do peristaltismo gerando a diarreia, onde o bolo fecal passa tão rápido pelo IG que não há tempo suficiente para que a água seja absorvida e as fezes saem praticamente líquidas.

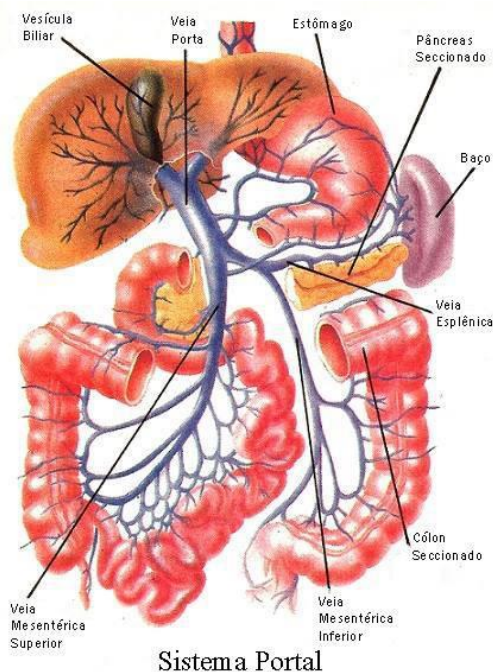
Glândulas Anexas (órgãos digestórios acessórios)

As glândulas anexas são importantíssimas no processo digestivo, pois são elas que produzirão a maior partes das enzimas digestivas e da bile que agirão no tubo digestório para a quebra dos nutrientes em suas menores porções para que os intestinos consigam realizar a absorção do máximo de nutrientes, água e eletrólitos presentes no quimo. **As glândulas anexas são o Fígado, a Vesícula Biliar e o Pâncreas**, porém as **glândulas salivares** também são glândulas anexas do sistema digestório, porém como suas enzimas agem na cavidade oral elas já foram estudadas anteriormente quando falamos sobre a boca. É importante que você tenha em mente que as glândulas anexas ficam conectadas ao tubo digestório através de ductos (os ductos digestórios) e será através destes ductos que as enzimas pancreáticas e a bile serão lançadas no duodeno.

Fígado: é o maior órgão do corpo humano em volume pesando cerca de 1,5 kg, é subdiafragmático, localizado em sua maior parte no quadrante abdominal superior direito, e em menor parte no quadrante superior esquerdo. Desta forma ocupa os quadrantes hipocondríaco direito (1) e epigástrico (2), e limita-se inferiormente com o IG, superiormente com o diafragma, ântero-pósterio-lateralmente com as costelas e medialmente com a curvatura menor do estômago.

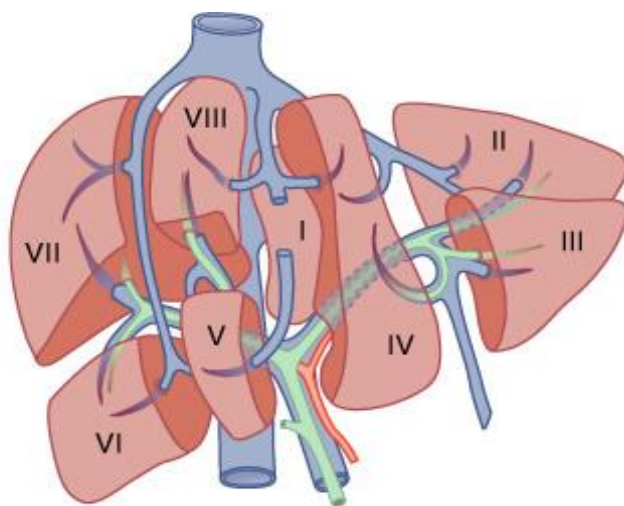


É um órgão muito vascularizado que recebe suprimento arterial através das artérias hepáticas direita e esquerda e sua drenagem venosa se dá através da veias hepáticas esquerda, média e direita. **Somente 20% do fluxo de entrada de sangue no Fígado é arterial. A maior parte do sangue que entra no Fígado (80%) vem da Veia Porta Hepática (sistema portal)**, que representa o sangue com nutrientes provenientes dos intestinos delgado e grosso, que estão sendo conduzidos ao Fígado para que este realize a biotransformação dos nutrientes e a desintoxicação de possíveis agressores ao corpo, como fármacos e outras drogas.



Do ponto de vista funcional o fígado é dividido apenas em fígado direito e fígado esquerdo, e esta divisão leva em conta a distribuição da irrigação sanguínea do fígado pela veia porta hepática e pelas veias hepáticas. A partir desta distribuição vascular foi feita a segmentação do fígado, que os médicos utilizam em cirurgias e transplantes hepáticos. **São 8 os segmentos hepáticos**, conforme abaixo:

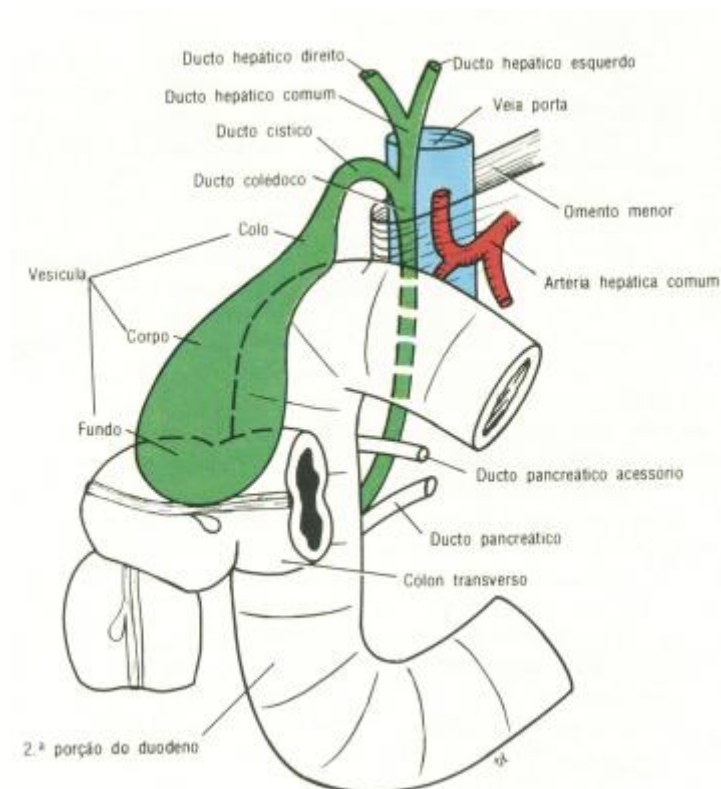
- I – Segmento posterior (lobo de Spiegel)
- II – Segmento póstero-lateral esquerdo
- III – Segmento ântero-lateral esquerdo
- IV – Segmento medial esquerdo
- V – Segmento ântero-medial direito
- VI – Segmento ântero-lateral direito
- VII – Segmento póstero-lateral direito
- VIII – Segmento póstero-medial direito



A veia porta hepática é formada pela junção das veias mesentéricas (superior e inferior) com a veia esplênica e ela é a responsável pela condução de todos os nutrientes, água e eletrólitos absorvidos nos intestinos em direção ao fígado. A bile flui para FORA do fígado em direção aos ductos biliares, que a lançam no duodeno. O Fígado tem centenas de funções, e uma boa parte delas diz respeito à biotransformação dos nutrientes absorvidos pelos intestinos (metabolismo dos carboidratos, proteínas e gorduras), reserva de vitaminas e nutrientes, produção da bile, fagocitose e processamento de fármacos e drogas ingeridas. **Anatomicamente o fígado é dividido em quatro lobos: o direito, o esquerdo, o quadrado e o caudado**, sendo que os principais são o direito (bem grande) e o esquerdo (menor que o direito). Os lobos direito e esquerdo são separados pelo ligamento falciforme, que assim como todos os ligamentos do fígado são projeções do peritônio. Acima temos o ligamento coronário, dando sustentação superior ao fígado e abaixo temos o ligamento redondo, um prolongamento do omento menor que se estende até o umbigo, que fixa anteriormente o fígado na cavidade abdominal. Histologicamente o fígado é composto por diversos tipos celulares, onde as células mais importantes são os hepatócitos e as células de *Kupfer*. Os hepatócitos são as células que realizam a maior parte das funções hepáticas digestivas (biotransformação e produção da bile) e as células de *Kupfer* são macrófagos que farão a fagocitose e a desintoxicação de drogas, fármacos e eventuais bactérias absorvidas juntamente ao quimo. **As células de Kupfer compreendem o maior acúmulo de macrófagos existente no corpo**. Os hepatócitos ficam organizados em estruturas hexagonais denominadas lóbulos hepáticos, onde em seu centro existe uma veia central e em cada uma de suas 6 extremidades temos uma tríade portal (formada por um ramo da veia porta, um ramo da artéria hepática e um canalículo biliar). A unidade funcional do fígado é chamada ácino hepático e compreende o triângulo formado entre duas tríades portais e a veia central do lóbulo. **Os hepatócitos farão dois processos digestórios importantíssimos** do ponto de vista bioenergético: a **glicogenólise** e a **gliconeogênese**. A **glicogenólise** é a quebra do glicogênio hepático em glicose para que esta seja disponibilizada para a corrente sanguínea e fornecer energia aos músculos e demais órgãos para suprir uma demanda metabólica alta, como um exercício físico. A **gliconeogênese** é a conversão de alguns aminoácidos e ácido láctico em glicose, para que esta possa fornecer energia ao organismo, assim como ocorre na glicogenólise. Portanto o glicogênio hepático é uma excelente reserva de glicose, caso a demanda metabólica do organismo seja alta. **Outra função importante do hepatócito é a produção da bile**, que flui para fora do fígado através de canalículos biliares que se unem formando os ductos hepáticos direito (drenam a bile do fígado direito) e esquerdo (drenam a bile do fígado esquerdo). A união destes dois ductos forma o ducto hepático comum que fará uma curva acentuada para a formação do ducto cístico que leva a bile para a

vesícula biliar, onde será armazenada e concentrada. **A bile é formada por colesterol, bilirrubina** (que dá a ela seu aspecto esverdeado) **e sais biliares e sua função é a emulsificação das gorduras**, ou seja, a transformação das gorduras que estão sendo digeridas no ID em pequenas moléculas de monoglicídeos e ácidos graxos para facilitar a sua absorção pelo tubo digestório, pois as gorduras são moléculas de difícil digestão, por isso devem ser quebradas pelas lipases (gástrica e pancreática) e emulsificadas pela bile.

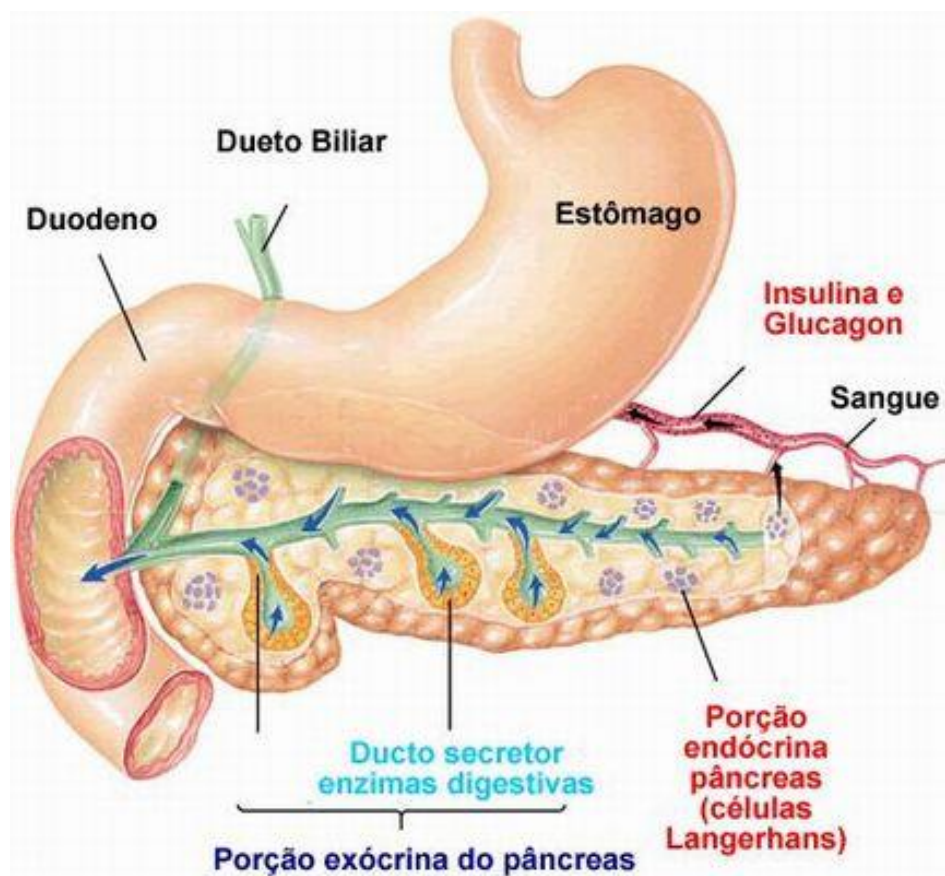
Vesícula Biliar: a vesícula como o próprio nome diz, é um saco em formato de pêra localizado em uma depressão pósterio-inferior do fígado e mede cerca de 7 a 10 cm de comprimento, e quando está vazia fica com suas paredes colabadas. **Anatomicamente a vesícula biliar é dividida em quatro partes: o fundo, o corpo, o infundíbulo e o colo.** Quando a vesícula está cheia ela se projeta cerca de 2 cm abaixo do fígado, entre o lobo direito e o lobo quadrado. O corpo se afunila para formar o infundíbulo e a porção terminal e mais estreita da vesícula é o colo, que termina no ducto cístico. Quando a vesícula está cheia de bile bem concentrada ocorre a contração da musculatura lisa da túnica muscular que ejetará a bile em direção ao ducto cístico.



A ejeção da bile é mediada pelos hormônios secretina e colecistoquinina, produzidos e secretados pelo ID quando o quimo é lançado no duodeno. O ducto cístico termina no ducto colédoco que conduz a bile em direção ao duodeno. Próximo da entrada do ducto colédoco no duodeno, ele se une ao ducto pancreático principal formando uma

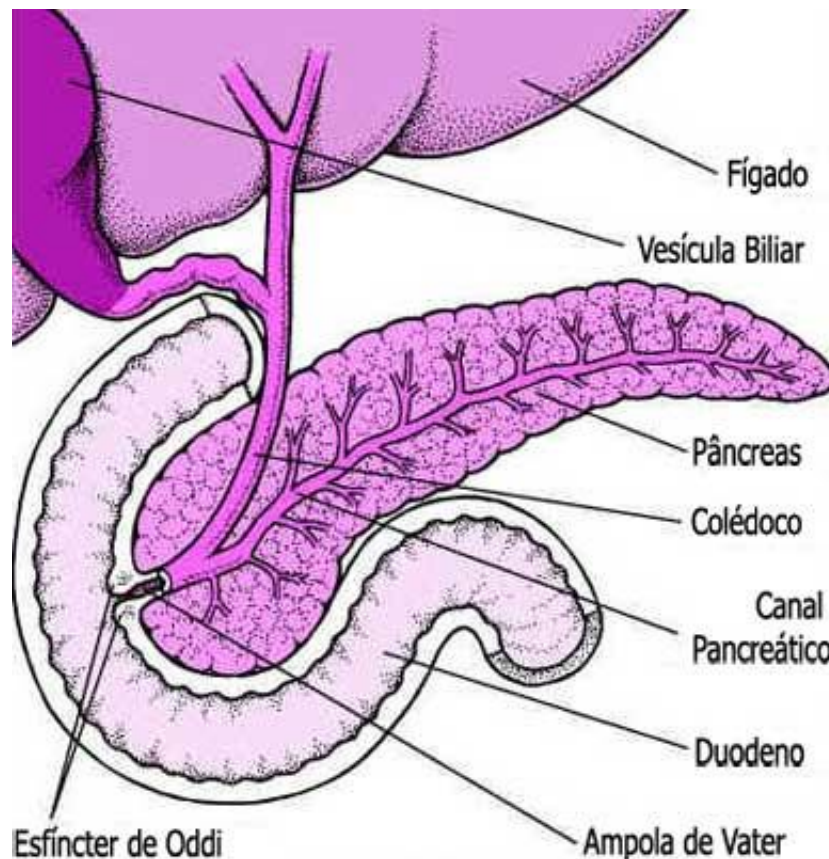
dilatação chamada **ampola hepato-pancreática**, ou ampola de *Vater*, e ali a bile será lançada ao duodeno atravessando o esfíncter de *Oddi*. Vale a pena salientar que o único ducto biliar que flui a bile em dois sentidos é o cístico, pois recebe a bile que veio do fígado pelo ducto hepático comum e depois que a bile foi concentrada ela sai da vesícula também pelo ducto cístico em direção ao colédoco, sendo assim todos os ductos fluem em direção ao duodeno, exceto o cístico, que tem mão dupla.

Pâncreas Exócrino: o Pâncreas é um órgão misto, pois pode servir tanto ao sistema endócrino (Pâncreas endócrino) secretando hormônios, quanto ao sistema digestório (Pâncreas exócrino) produzindo o suco pancreático. Neste capítulo abordaremos somente as características do Pâncreas exócrino e no capítulo referente ao sistema endócrino você encontrará todas as características referentes ao pâncreas endócrino.

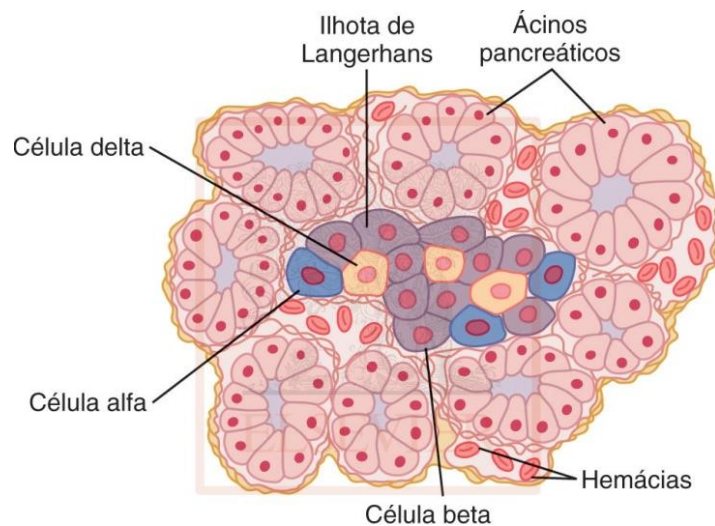


O Pâncreas é um órgão longo que mede cerca de 12 a 15 cm de comprimento por cerca de 2 a 3 cm de espessura que ocupa o quadrante superior esquerdo do abdômen posteriormente ao estômago, tendo relação com a curvatura maior deste órgão. **É dividido em três partes: a cabeça**, voltada para o lado direito se encaixando na flexura do duodeno, órgão ao qual tem uma estreita relação; **o corpo**, que é a porção central; **e a cauda**, que é a porção terminal deste órgão e fica voltada para o lado esquerdo, terminando junto ao Baço. O Pâncreas exócrino é importantíssimo no

complemento da digestão do quimo proveniente do estômago em direção ao duodeno, e por este motivo os ductos pancreáticos (principal e acessório) desembocam no duodeno. Sendo assim, é importante que ele tenha uma relação anatômica direta com o duodeno para que possa lançar o suco pancreático diretamente nesta região do tubo digestório. A junção do ducto pancreático principal com o ducto colédoco forma uma dilatação denominada ampola hepato-pancreática, também chamada ampola de *Vater*, e neste local ocorrerá o lançamento tanto do suco pancreático quanto da bile no duodeno. A abertura da ampola de *Vater* no duodeno é feita pelo esfíncter de *Oddi*, que fica localizado a cerca de 10 cm abaixo do esfíncter pilórico do estômago. A abertura do ducto pancreático acessório (ou ducto de *Santorini*) se dá a cerca de 2,5 cm acima do esfíncter de *Oddi* e tem a mesma função do ducto pancreático principal.



Histologicamente o Pâncreas exócrino é composto por conjuntos de células epiteliais glandulares secretoras, denominadas **ácinos pancreáticos**. Os ácinos são agrupamentos celulares arredondados que compõem a parte exócrina do Pâncreas. As células no interior dos ácinos, que são chamadas de células centro acinares produzem e secretam o suco pancreático, uma mistura de líquido, enzimas digestivas e bicarbonato de sódio.



Uma das primeiras e mais importantes funções do suco pancreático é feita pelo bicarbonato de sódio presente em sua composição. O quimo proveniente do estômago é extremamente ácido e isso poderia gerar lesões nas paredes do duodeno, e este bicarbonato presente no suco pancreático se mistura ao quimo deixando o ambiente duodenal com o pH levemente alcalino (entre 7,1 e 8,2), diminuindo o risco de lesões no duodeno e fornecendo o ambiente adequado para a ação de suas enzimas. **As enzimas presentes no suco pancreático são: a amilase pancreática, a lipase pancreática, a tripsina, a quimotripsina, a carboxipeptidase, a elastase, a ribonuclease e a desoxirribonuclease.**

A **amilase pancreática** reinicia a digestão dos carboidratos (que iniciaram-se na boca pela ação da amilase salivar e foi neutralizada pela acidez do quimo estomacal) digerindo o amido.

A **lipase pancreática** complementa a digestão das gorduras (que iniciaram-se no estômago pela ação da lipase gástrica), reduzindo-as a monoglicerídeos e ácidos graxos que posteriormente serão emulsificados pela bile.

As enzimas **tripsina, quimotripsina, carboxipeptidase e elastase** são enzimas que promovem a quebra das proteínas do quimo, porém o tubo digestório é composto por proteínas em suas camadas e estas enzimas são secretadas em sua forma inativa para evitar a lesão das paredes duodenais. As formas inativas destas enzimas são: o tripsinogênio (forma inativa da tripsina), o quimotripsinogênio (forma inativa da quimotripsina), a procarboxipeptidase (forma inativa da carboxipeptidase) e a proelastase (forma inativa da elastase). A ativação do tripsinogênio em tripsina é feita por uma enzima da borda em escova do ID chamada **enteroquinase**, quebrando o tripsinogênio em tripsina e desta forma ativando-a. A tripsina atua quebrando as demais enzimas em suas formas ativas.

As enzimas **ribonuclease e desoxirribonuclease** são responsáveis pela quebra dos ácidos nucleicos RNA e DNA respectivamente, em nucleotídeos.

“Não existem fronteiras para quem quer atingir um objetivo. Seja um pássaro e voe alto, pois seus objetivos estão mais perto do que você imagina. Faça uma pergunta para você mesmo: - Eu quero? Por que se você quer, você pode! Portanto não pergunte: - Eu quero? Afirme: - Eu posso, eu consigo!!!” – Rogério Gozzi

Bibliografia

- Ângelo Machado – Neuroanatomia Funcional
- Dorland – Dicionário Médico
- Tortora & Derrickson – Princípios de Anatomia e Fisiologia
- Guyton – Fisiologia Humana
- Fox – Fisiologia Humana
- Kapit - Anatomia: Manual para Colorir
- Netter - Atlas de Anatomia Humana
- Rohen/Yokochi - Anatomia Humana: Atlas Fotográfico
- Sobotta - Atlas de Anatomia Humana
- Spence - Anatomia Humana Básica
- Wolf-Heideger - Atlas de Anatomia Humana



ANATOMIA FÁCIL