

## OBJETIVOS DO ESTUDO

Após completar este capítulo, você deverá estar apto para:

- Traçar a rota de um dado volume de ar desde que ele é inalado pelo nariz até entrar nos pulmões, e dar os nomes das várias estruturas por onde ele passa.
- Distinguir as regiões da faringe, e descrever suas funções respiratórias.
- Descrever o “esqueleto da laringe”.
- Descrever a subdivisão dos brônquios.
- Descrever as estruturas anatômicas macroscópicas dos pulmões.
- Descrever a composição da membrana respiratória.
- Distinguir entre expiração e inspiração, descrevendo o mecanismo de cada uma.
- Explicar os vários volumes de ar que estão combinados na capacidade pulmonar total.
- Discutir algumas das doenças comuns do sistema respiratório.

## CONTEÚDO DO CAPÍTULO

### DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DO SISTEMA RESPIRATÓRIO

### ANATOMIA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO

### MECÂNICA RESPIRATÓRIA

### CONDIÇÕES DE IMPORTÂNCIA CLÍNICA: O SISTEMA RESPIRATÓRIO



# SISTEMA RESPIRATÓRIO

# 19

Para que as células do corpo possam desempenhar suas atividades metabólicas em condições aeróbicas, elas necessitam de um suprimento constante de oxigênio e uma maneira eficiente de remover o dióxido de carbono produzido nas suas atividades. O suprimento de oxigênio e a remoção de dióxido de carbono são feitos pelo **sistema respiratório**, complementado pelo sistema circulatório. O sistema respiratório também torna possível a vocalização. Estamos habilitados a falar, cantar e rir pela variação da tensão das cordas vocais quando o ar exalado passa através delas.

A troca de oxigênio e dióxido de carbono entre o ar e o sangue ocorre nos pulmões. Para alcançar os locais de troca nos pulmões, o ar deve passar através de uma série de canais que derivam um do outro como os ramos de uma árvore. De fato, os canais associados com a respiração são freqüentemente referidos como *árvore respiratória*. O ar que entra pelo nariz ou pela boca passa pela **faringe** e converge para os pulmões pela **traquéia**, que forma um ramo – um **brônquio** – para cada pulmão. No pulmão, cada brônquio se divide muitas vezes em túbulos menores, até que os menores deles, chamados **bronquíolos**, finalmente terminam em pequenos sacos aéreos chamados **alvéolos**, onde ocorrem as trocas gasosas.

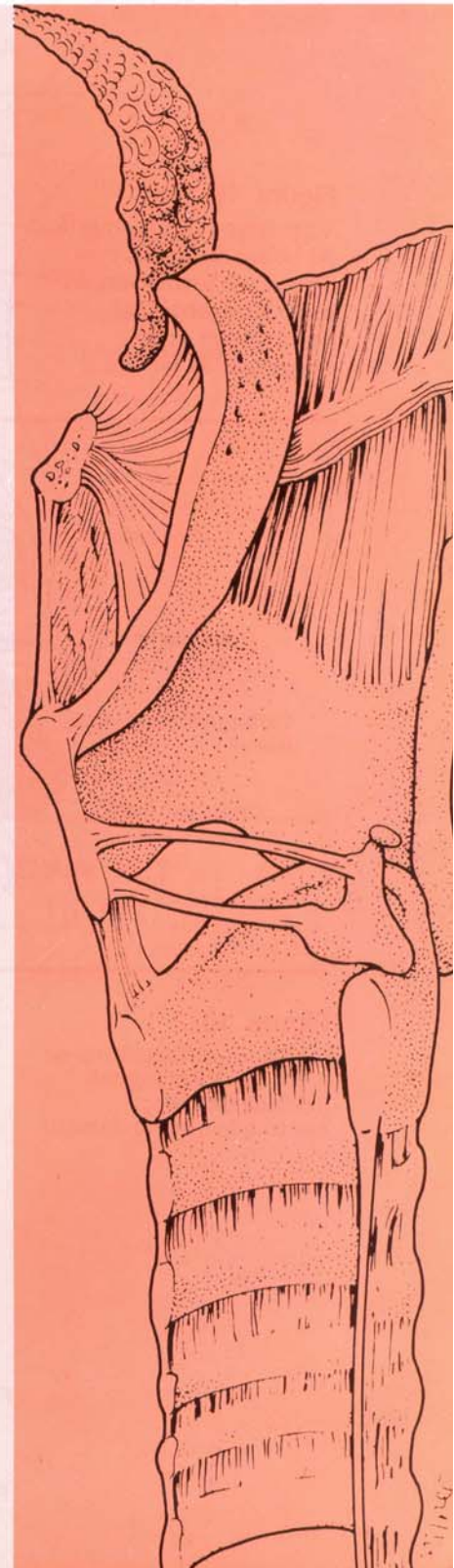
## DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DO SISTEMA RESPIRATÓRIO

A primeira indicação do desenvolvimento do sistema respiratório é a formação de evaginação (*divertículo*) da superfície ventral da endoderme do trato digestivo, logo abaixo da faringe (Figura 19-1). Este divertículo, que aparece, na quarta semana embrionária, é chamado **brotolaringotraqueal**. Com o seu alongamento, a porção proximal desenvolve-se na **traquéia** e a terminação distal se bifurca, formando dois brotamentos que irão se desenvolver nos **brônquios principais**. Os brotamentos bronquiais continuam a crescer e a se ramificar, dando origem a tubos muito pequenos chamados **bronquíolos**. As porções terminais de cada bronquíolo formam brotamentos fechados que se dilatam e constituem os **alvéolos pulmonares**.

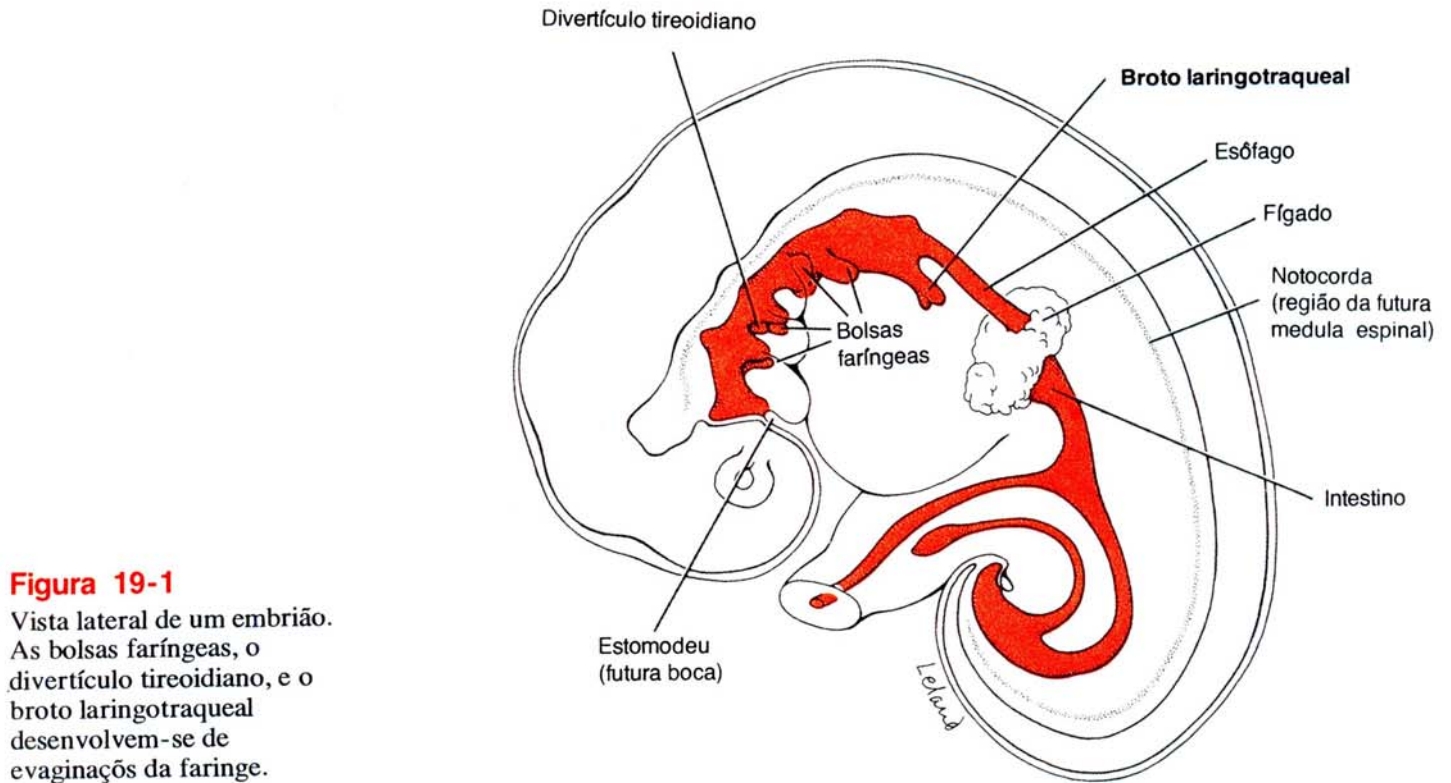
O padrão de desenvolvimento embrionário mostra que o epitélio que reveste todo o trato respiratório é derivado da endoderme. No adulto, este revestimento é chamado **epitélio respiratório**. Com exceção do revestimento dos menores bronquíolos e dos alvéolos, o epitélio respiratório é composto de células colunares **ciliadas** pseudo-estratificadas pontilhadas de pequenas células globosas mucossecretoras. As cartilagens, músculos e tecidos conjuntivos da traquéia e os tecidos conjuntivos dos pulmões desenvolvem-se da mesoderme embrionária que se acumula ao redor do brotamento laringotraqueal.

## ANATOMIA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO

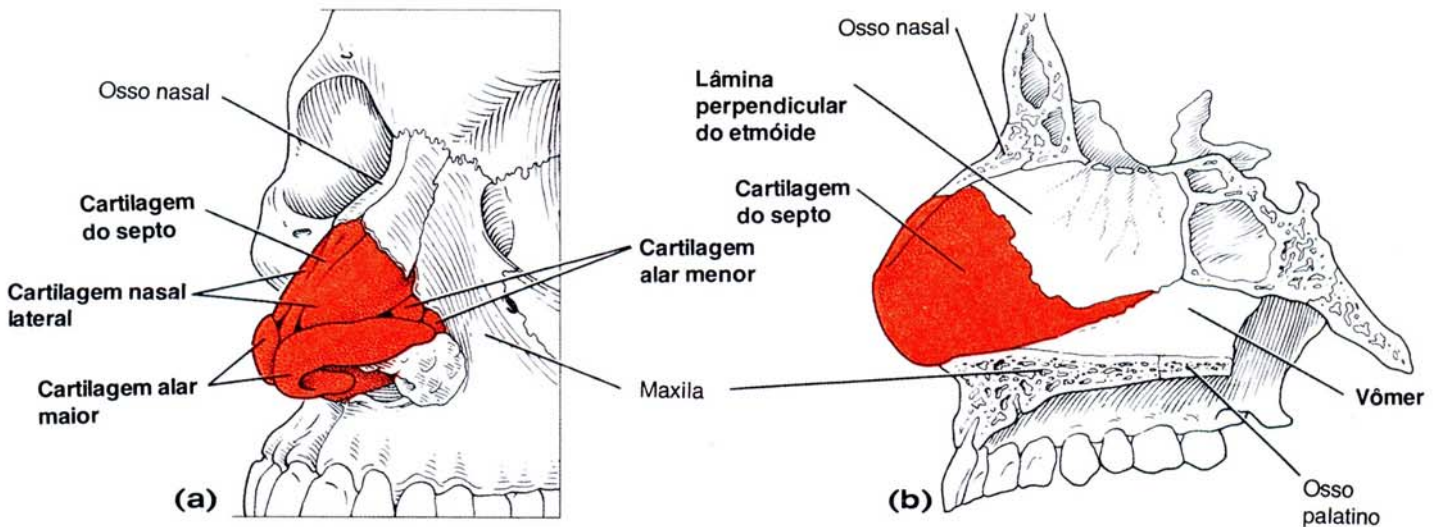
O sistema respiratório consiste de nariz, cavidade do nariz, faringe, laringe,





**Figura 19-1**

Vista lateral de um embrião. As bolsas faríngeas, o divertículo tireoidiano, e o broto laringotraqueal desenvolvem-se de evaginações da faringe.

**Figura 19-2**

(a) Placas cartilaginosas do nariz. (b) Vista sagital mediana da cabeça mostrando o septo do nariz.

traquéia, brônquios e pulmões. As seções seguintes descrevem a estrutura desses órgãos. Observe como a estrutura de cada órgão está perfeitamente adaptada à sua função.

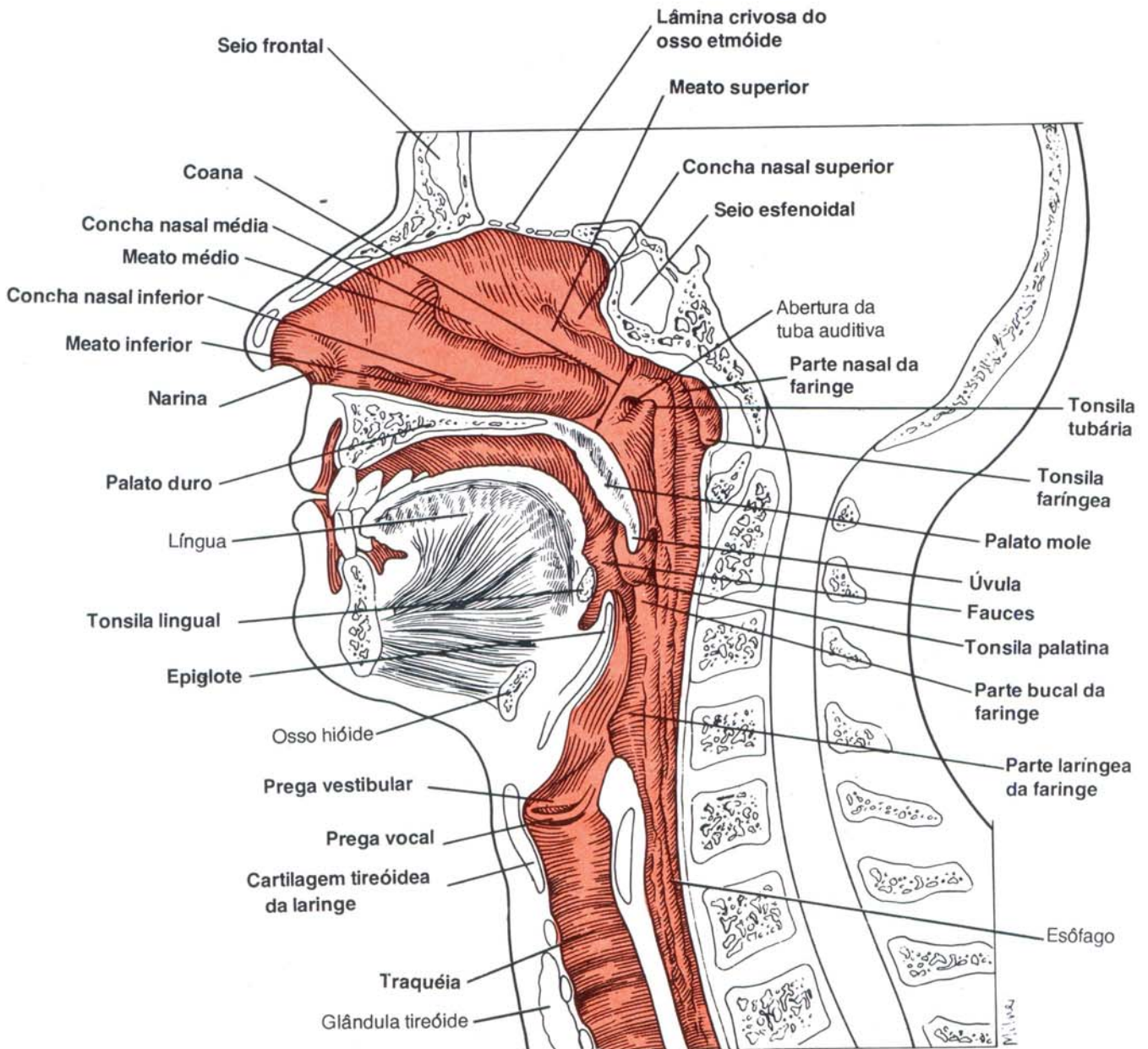
### Nariz e Cavidade do Nariz

O ar entra no sistema respiratório através das **narinas**, que conduzem ao **vestíbulo** do nariz. A parte inferior do vestíbulo contém pêlos que servem para reter as maiores partículas que podem entrar no sistema respiratório durante a inspiração. A ponte do nariz (dorso do nariz) é formada pelos ossos nasais. O restante do esqueleto do nariz consiste de diversas placas de cartilagem mantidas juntas por tecido conjuntivo fibroso (Figura 19-2a). Para formar o **septo do nariz**, uma das cartilagens – a **cartilagem do septo** – articula-se superiormente com os ossos nasais, inferiormente com o vômer, e com as maxilas e posteriormente com a lâmina perpendicular do etmóide (Figura 19-2b). O septo do nariz divide a **cavidade do nariz** em câmaras direita e esquerda. Um desvio do septo

F 19-2a

F 19-2b



**Figura 19-3**

Vista sagital da cabeça e do pescoço mostrando a boca, a faringe e a parede lateral da cavidade do nariz.

pode interferir com a livre passagem de ar através da cavidade do nariz, mas esta condição pode ser cirurgicamente corrigida.

O teto ósseo da cavidade do nariz é formado pela lâmina crivosa do osso etmóide (Figura 19-3). As paredes laterais, que são irregulares, são formadas pelas **conchas nasais superiores e médias** do osso etmóide e pelas **conchas nasais inferiores**, ossos independentes. Entre as lâminas formadas pelas conchas estão os recessos chamados **meatos superiores, médios e inferiores**. O assoalho da cavidade do nariz é formado pelo **palato duro**, ósseo (lâminas horizontais dos ossos palatinos e processos palatinos das maxilas) e mais posteriormente pelo **palato mole**, muscular. O palato separa a cavidade do nariz da cavidade da boca. A cavidade do nariz abre-se posteriormente na nasofaringe (parte nasal da faringe) através das **coanas**.

Os **seios paranasais** abrem-se nas cavidades do nariz. A maior parte deles abre-se nos meatos formados pelas conchas. Os seios paranasais são espaços aéreos localizados nos ossos frontal, maxilar, etmóide e esfenóide. Os **ductos nasolacrimais**, que drenam fluidos (*lágrimas*) da superfície dos olhos, também drenam nas cavidades do nariz.

#### Revestimento da Cavidade do Nariz e dos Seios Paranasais

O vestibulo do nariz é revestido por epitélio escamoso estratificado que é

**F 19-3**



contínuo com a pele. O restante do nariz, a sua cavidade e os seios paranasais são revestidos por uma mucosa contínua de epitélio pseudo-estratificado colunar ciliado, que contém numerosas glândulas mucosas globosas. A parte da mucosa localizada no alto da cavidade do nariz, logo abaixo da lâmina crivosa do etmóide, é um epitélio especializado chamado **epitélio olfatório**. Esta região é suprida pelo **nervo olfatório** (1º par craniano), que passa através dos orifícios da lâmina crivosa para alcançar o cérebro. Embora o epitélio olfatório seja sensível aos odores, ele não se encontra diretamente no caminho do ar, por isso é preciso aspirar o ar mais intensamente para detectar o cheiro.

A mucosa tem um extensivo suprimento sanguíneo que aquece o ar inalado. Por outro lado, essa mesma mucosa satura o ar de água quando de sua passagem. As membranas da cavidade do nariz e as delicadas porções dos pulmões estão assim protegidas de ficar congeladas ou secas. Uma camada de muco que cobre as mucosas protege o sistema respiratório por reter pequenas partículas que conseguem ultrapassar os pêlos das narinas. Os cílios da membrana se movem de tal maneira que carregam o muco com as partículas para a faringe, onde ele pode ser removido pela tosse ou engolido.

### Infecções das Mucosas

As mucosas da cavidade do nariz podem tornar-se inflamadas por causa de infecções (como a gripe comum) ou alergias. Quando inflamada, os vasos sanguíneos se dilatam, as membranas se intumescem, e aumenta a secreção de muco. A congestão resultante interfere na respiração e deixa o “nariz escorrendo”. Essas infecções podem se espalhar pelas mucosas dos seios paranasais, bloqueando suas conexões com a cavidade do nariz, fazendo com que fiquem cheias de muco. Como os seios agem como uma câmara de ressonância, a congestão muda o som da voz e pode causar um aumento de pressão nos seios, resultando forte dor de cabeça. As infecções da mucosa da cavidade do nariz também podem se estender através do ducto nasolacrimal até a conjuntiva do olho. Assim, não é incomum aparecer olhos avermelhados e úmidos ao longo de um resfriado. É também possível que a infecção atinja a faringe, causando “dor de garganta”. Da faringe, a infecção pode se espalhar para os brônquios e pulmões, causando tosse e possivelmente bronquite, ou se espalhar através da tuba auditiva para o ouvido médio. Isto ocorre particularmente nas crianças, nas quais a abertura das tubas auditivas é relativamente maior que no adulto.

### Faringe

A faringe é um tubo que serve tanto ao sistema respiratório como ao sistema digestivo. Comunica-se com a cavidade do nariz (através das coanas), com a cavidade da boca (através das fauces), com o ouvido médio (através das tubas auditivas), com a laringe (através da glote) e com o esôfago. É uma estrutura muscular revestida por uma mucosa que é contínua com a mucosa das partes com as quais se comunica. Para propósitos descritivos, a faringe é dividida em três partes: **parte nasal da faringe** (*nasofaringe*), **parte bucal da faringe** (*bucofaringe*) e **parte laríngea da faringe** (*laringofaringe*).

#### Parte Nasal da Faringe (Nasofaringe)

**F 19-3** A **nasofaringe** está localizada imediatamente atrás da cavidade do nariz e é contínua com ela através das coanas (Figura 19-3). A membrana mucosa da nasofaringe, tal como a da cavidade do nariz, é formada de epitélio colunar pseudo-estratificado. Nas suas paredes laterais, a nasofaringe recebe as **tubas auditivas** que conectam a nasofaringe com a cavidade do ouvido médio. Localizadas perto das aberturas das tubas auditivas estão pequenas massas de tecido linfóide chamadas **tonsilas tubárias**. Na parede posterior está a grande **tonsila faríngea**. Quando estas tonsilas tornam-se aumentadas como resposta a uma infecção são chamadas *adenóides*. Esse aumento pode ser crônico e pode interferir com a respiração pelo nariz, tornando necessária a respiração pela boca. O **palato mole** e a **úvula** formam o assoalho da nasofaringe.



### Parte Bucal da Faringe (Bucofaringe)

A bucofaringe é continuação da nasofaringe, estendendo-se desde o palato mole até o começo da laringofaringe (Figura 19-3). Comunica-se com a cavidade da boca através das **fauces**. A bucofaringe, por isso, recebe alimento da cavidade da boca e ar da nasofaringe. Durante o exercício, o ar também pode entrar na bucofaringe pela boca, aumentando a taxa de ventilação pulmonar. A membrana mucosa que reveste a bucofaringe é um epitélio escamoso estratificado, que é o tipo de epitélio encontrado na cavidade da boca e na porção superior do tracto digestivo. Este tipo de epitélio serve para proteger a região de alimentos abrasivos, quando da deglutição. Nas paredes laterais estão duas **tonsilas palatinas** (“amígdalas”). Infiltrada na base da língua encontra-se a **tonsila lingual**. As tonsilas são formadas de tecido linfóide e por isso mesmo fazem parte do sistema imunitário do corpo.

F 19-3

### Parte Laríngea da Faringe (Laringofaringe)

A **laringofaringe** estende-se desde a bucofaringe, acima, até o esôfago, abaixo (Figura 19-3). Comunica-se anteriormente com a laringe. Como a bucofaringe, a laringofaringe serve como passagem de alimento e de ar e, conseqüentemente, é revestida por um epitélio escamoso estratificado.

F 19-3

### Laringe

A **laringe** conecta a laringofaringe com a traquéia, situada abaixo dela. O ar que vai para os pulmões ou deles é proveniente passa através da laringe. Qualquer substância sólida que entra na laringe, como alimento, é geralmente expelida por uma tosse violenta. A laringe forma a **proeminência laríngea** (“**pomo de Adão**”) na face anterior do pescoço. Esta proeminência é particularmente visível nos homens logo após a puberdade, quando a laringe torna-se maior do que nas mulheres e a região anterior de seu esqueleto forma um ângulo mais agudo.

### Esqueleto da Laringe

A laringe é formada por nove cartilagens – três ímpares e três pares (Figura 19-4). Essas cartilagens são mantidas juntas, e unidas ao osso hióide acima e à traquéia abaixo, por ligamentos e músculos. A **cartilagem tireóidea** é a maior das cartilagens ímpares. Ela é formada pela fusão na linha mediana de duas placas achatadas anteriormente, produzindo a proeminência laríngea. As placas permanecem separadas posteriormente, deixando uma ampla abertura na laringofaringe. Logo abaixo da cartilagem tireóidea está a **cartilagem cricóidea**, em forma de anel, que está ancorada na cartilagem tireóidea acima e na traquéia abaixo. A região posterior da cartilagem cricóidea é mais larga que a região anterior. A terceira cartilagem ímpar, com forma de folha, é a **epiglote**. Está fixada por sua extremidade mais estreita na face interna da região anterior da cartilagem tireóidea; sua porção superior livre projeta-se como uma aba atrás da base da língua. Durante a deglutição, a laringe é puxada para cima, encostando-se na epiglote que tende a desviar sólidos e fluidos para longe da abertura da laringe em direção ao esôfago.

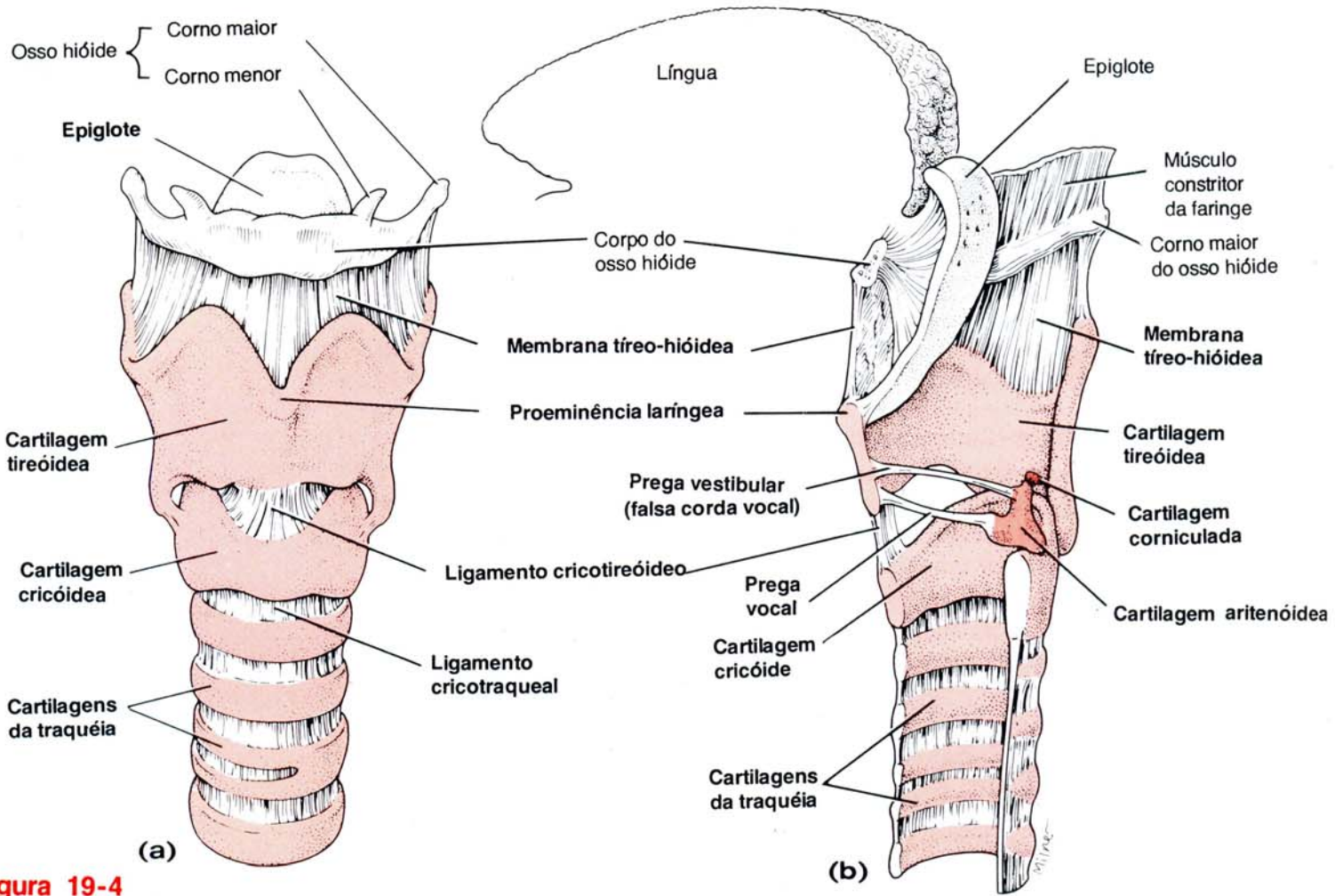
F 19-4

As **cartilagens aritenóideas** são as mais importantes das cartilagens pares. Cada cartilagem aritenóidea tem a forma de uma pequena pirâmide e se localiza na borda superoposterior da cartilagem cricóidea. A extremidade posterior das cordas vocais fixa-se nas cartilagens aritenóideas, e o movimento das cartilagens é responsável pela variação de tensão das cordas ou pregas vocais. As outras cartilagens pares, **cuneiformes** e **corniculadas**, são pequenas e muito relacionadas com as cartilagens aritenóideas.

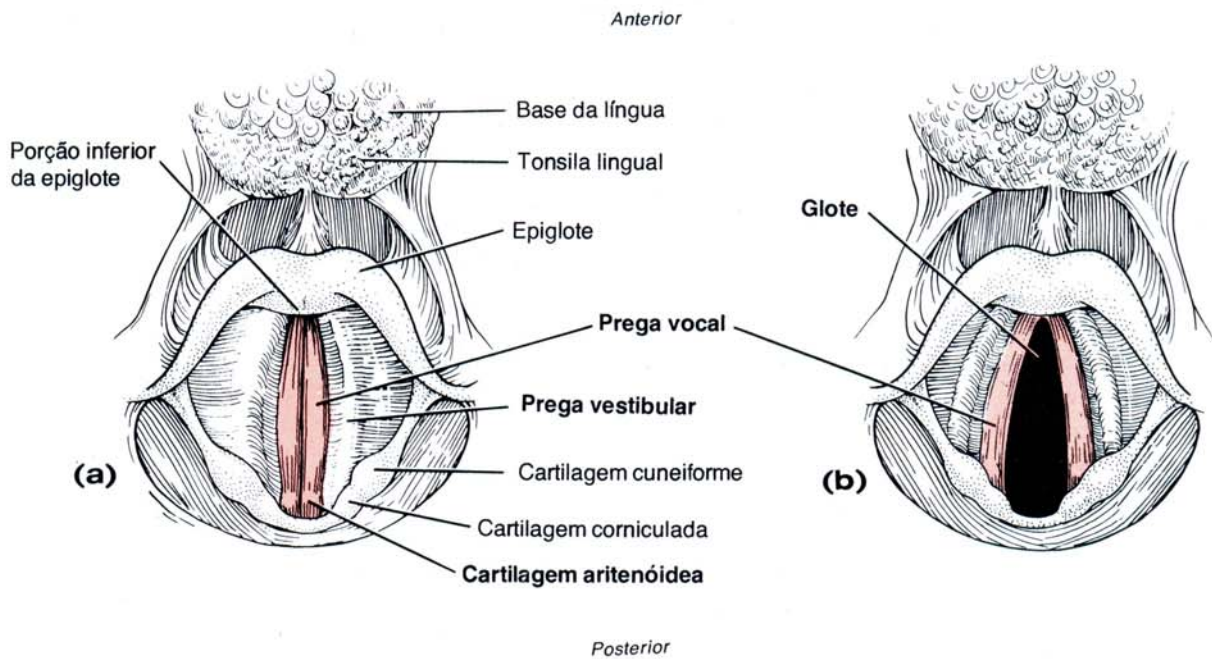
### Mucosa da Laringe

A mucosa que cobre a epiglote e as partes superiores da laringe, que estão em comunicação direta com a laringofaringe, é revestida por um epitélio escamoso estratificado. O restante da laringe é revestido por um epitélio colunar ci-



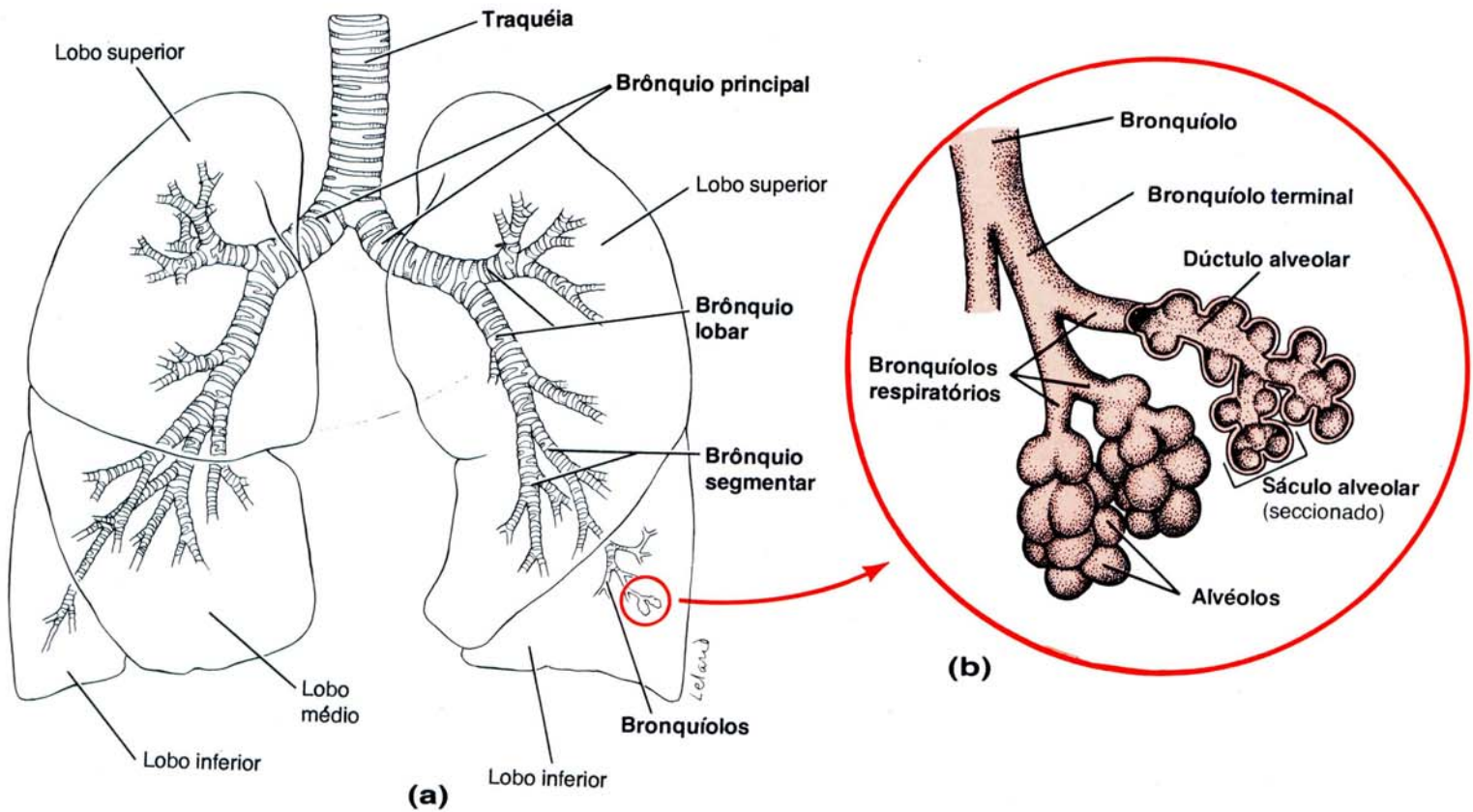


**Figura 19-4**  
A laringe. (a) Vista anterior.  
(b) Corte sagital.



**Figura 19-5**  
A laringe. Vista superior mostrando (a) a glote fechada e (b) a glote aberta.



**Figura 19-6**

(a) Traquéia, brônquios e pulmões. (b) Bronquíolos respiratórios dividem-se em ductos alveolares que terminam em alvéolos.

liado pseudo-estratificado. A mucosa, perto da entrada da laringe, forma dois pares de pregas horizontais que se estendem uma de cada lado, desde a cartilagem tireóidea até a cartilagem aritenóidea. O par superior de pregas é chamado de **pregas vestibulares** (*falsas cordas vocais*). O par inferior é chamado de **pregas vocais** (*cordas vocais verdadeiras*). A abertura entre as pregas vocais através da qual o ar entra na laringe é a **glote** (Figura 19-5). Nas cordas vocais existem faixas de ligamentos elásticos, que fazem conexão com as cartilagens tireóidea, cricóidea e aritenóideas. Os ligamentos vocais elásticos podem ser retesados ou relaxados pela ação de certos músculos intrínsecos da laringe. Estes músculos também produzem rotação das cartilagens aritenóideas, fazendo então variar o grau de alongamento das cordas vocais. Como resultado das ações dos músculos intrínsecos, a glote pode ser estreitada ou alargada. O ar passando através da glote provoca a vibração das cordas vocais e produz um som. A frequência das vibrações, e em consequência o timbre do som produzido, depende da tensão das cordas vocais.

A mucosa que cobre as cordas vocais torna-se edemaciada quando fica irritada ou inflamada. Este inchaço interfere na capacidade de as cordas vocais vibrarem, resultando uma voz “rouca” – condição referida como *laringite*.

## Traquéia

A **traquéia** é um tubo de aproximadamente 2,5 cm de diâmetro e 11 cm de comprimento. Estende-se desde a laringe até o nível da sexta vértebra torácica, onde ela se divide em *brônquios principais direito e esquerdo* (Figura 19-6a). A traquéia está aplicada na face anterior do esôfago. O caminho do ar da traquéia está rodeado por uma série de anéis de cartilagem em forma de “C” que têm por finalidade impedir que as paredes desse tubo se colapsem, da mesma maneira que os anéis completos no tubo de um aspirador de pó. As cartilagens estão envolvidas por uma membrana fibroelástica, e as fibras elásticas formam uma camada importante nas paredes de todas as partes subseqüentes da árvore respiratória. Músculos lisos e densas fibras de tecido conjuntivo mantêm os anéis unidos posteriormente, fechando as aberturas dos anéis em “C”. Quando a pas-

F 19-5

F 19-6a



**Figura 19-7**

Fotomicrografia da camada mais interna da traquéia. (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.)



sagem do ar pelas partes aéreas superiores é impedida, pode-se criar algumas vezes um caminho direto para o ar na traquéia, cirurgicamente, através da parede anterior do pescoço, entre o segundo e o terceiro anéis cartilagosos. Este procedimento é chamado *traqueotomia*.

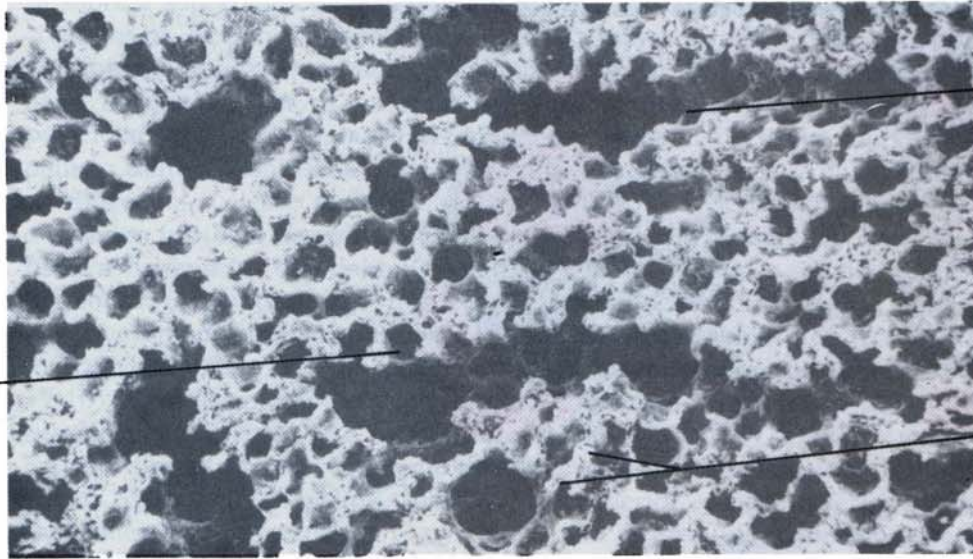
A traquéia é revestida por uma membrana mucosa de epitélio pseudo-estratificado colunar ciliado que contém numerosas glândulas mucosas (Figura F 19-7). Como os cílios se movem para cima, eles tendem a carregar partículas estranhas e excessiva secreção mucosa para fora, desde os pulmões até a faringe, onde eles são deglutidos.

**Brônquios, Bronquíolos e Alvéolos**

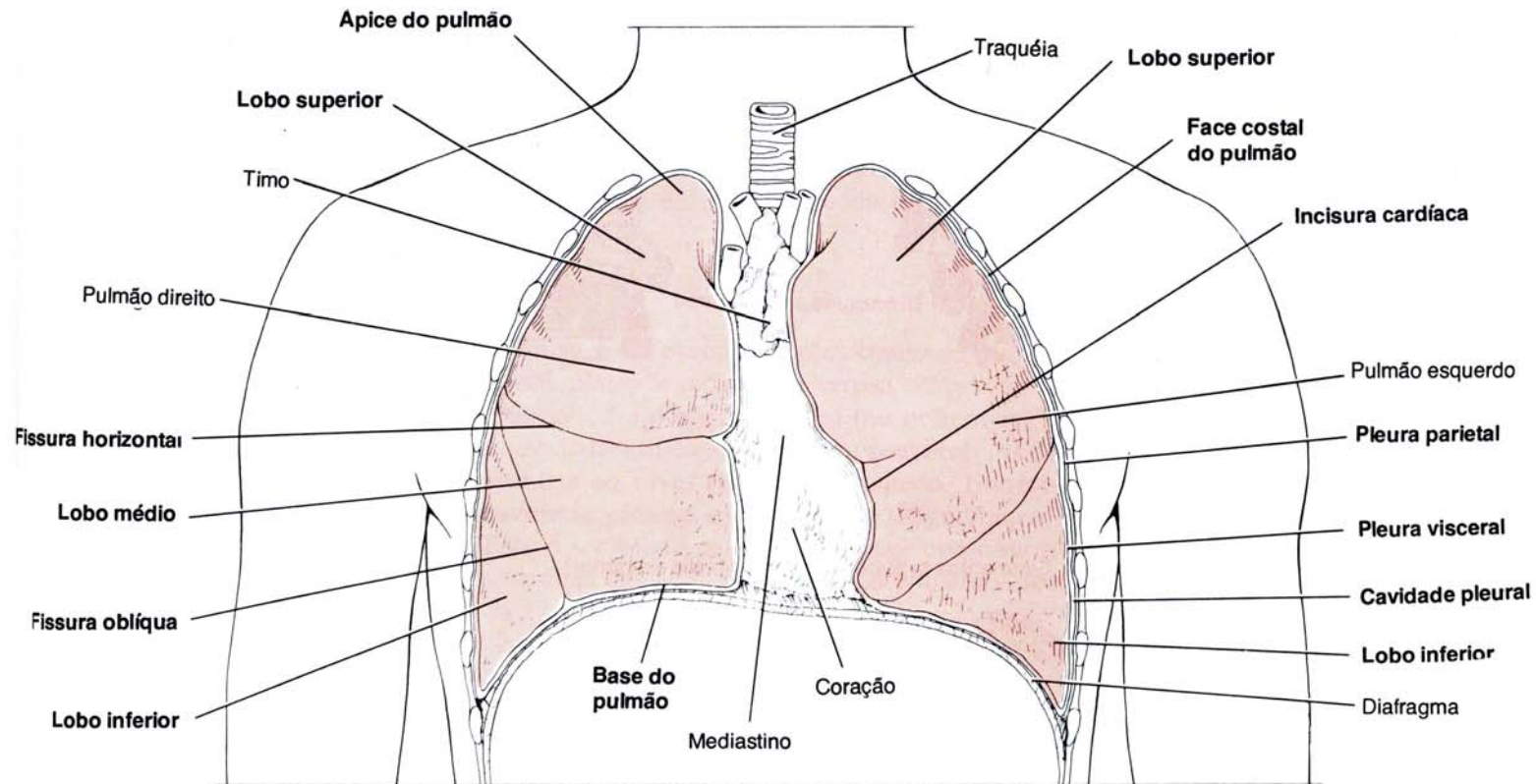
Quando a traquéia passa atrás do arco da aorta, ela se divide em dois ramos curtos: os **brônquios principais direito** e **esquerdo**. Cada brônquio principal (ou primário) divide-se em ramos ainda menores, os **brônquios lobares** (ou secundários), um para cada lobo do pulmão. Estes brônquios, por sua vez, dividem-se em muitos **brônquios segmentares** (ou terciários), que continuam se dividindo repetidamente até formar os finíssimos **bronquíolos**. Estes dividem-se muitas vezes, formando os **bronquíolos terminais**, cada um dos quais dá origem a diversos **bronquíolos respiratórios**. Estes subdividem-se em vários **ductos alveolares** que terminam em diminutos sacos de paredes finas, os **alvéolos pulmonares** (Figura F 19-6b). Frequentemente diversos alvéolos abrem-se numa câmara comum chamada **saco alveolar**. A árvore brônquica é revestida por um epitélio pseudo-estratificado colunar ciliado. Entretanto, nos bronquíolos respiratórios o epitélio perde os cílios e muda as células cuboidais para escamosas à medida que os bronquíolos se estendem distalmente. A quantidade de sacos alveolares e o sistema de tubos brônquicos através dos quais o ar passa para atingir os alvéolos dá aos pulmões a sua textura esponjosa (Figura F 19-8).

As paredes dos brônquios principais, como na traquéia, estão reforçadas por anéis incompletos de cartilagem. No interior dos pulmões, os anéis são





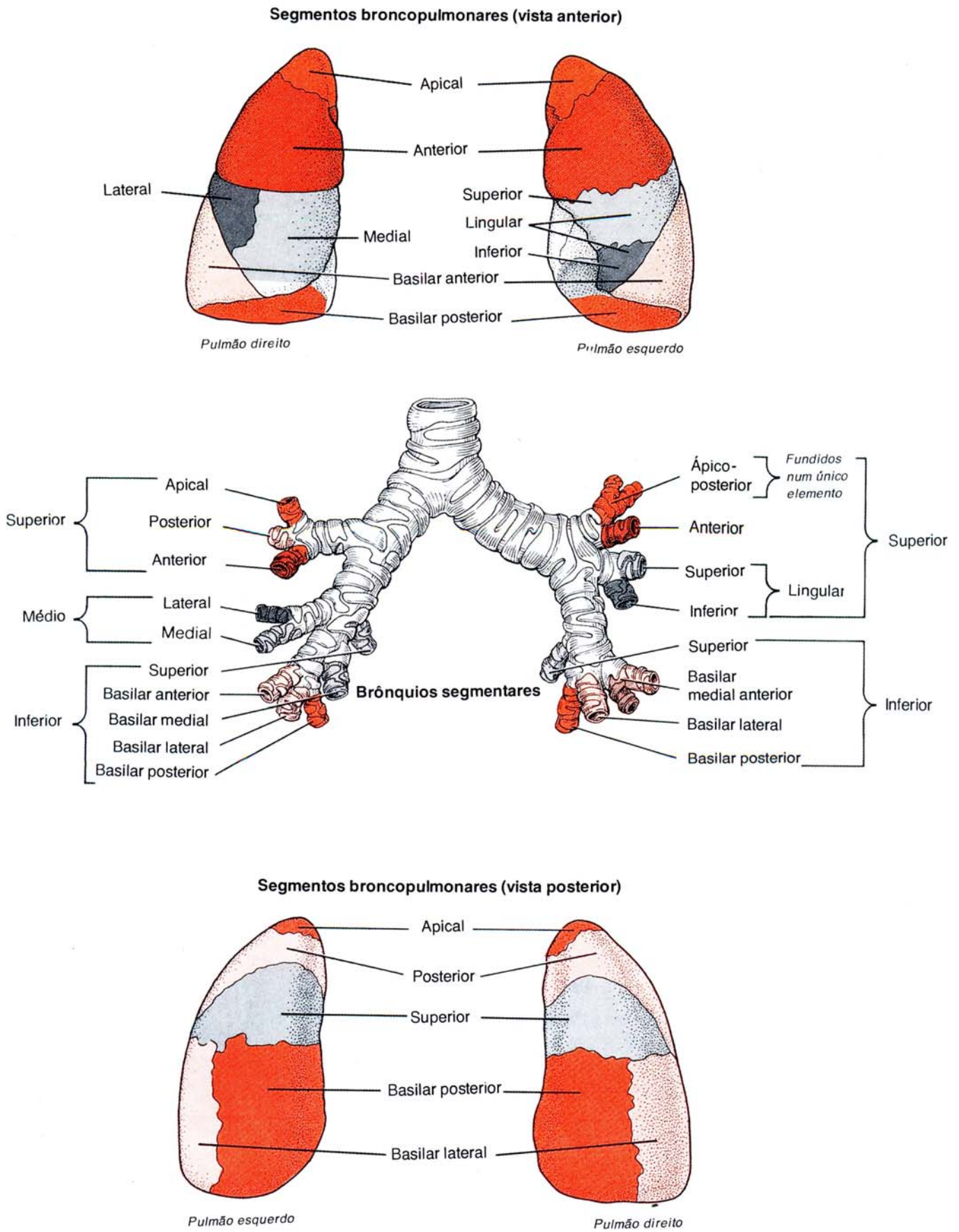
**Figura 19-8**  
 Fotomicrografia de uma secção do pulmão (x 113). As numerosas aberturas minúsculas são capilares. (De *Tissues and Organs: A Text-Atlas of Scanning Electron Microscopy* by Richard G. Kessel and Randy H. Kardon. W.H. Freeman and Company. Copyright © 1979.)



**Figura 19-9**  
 Os pulmões e a cavidade torácica.

substituídos por pequenas placas de cartilagem que circundam o brônquio completamente. Músculos lisos também circundam os brônquios. Com o prosseguimento das ramificações, as placas de cartilagem tornam-se progressivamente menores e em menor número, formando anéis incompletos, e os músculos lisos que circundam as passagens aéreas tornam-se prevalentes. As paredes dos bronquíolos não contêm cartilagens e são circundadas por músculos lisos. Este fato explica um dos principais sintomas dos distúrbios causados por um ataque de asma. Em resposta a diversos alérgenos, os músculos dos bronquíolos entram em espasmo e como não há cartilagens reforçando as passagens aéreas, entram em colapso, tornando a respiração muito difícil.





**Figura 19-10**

Os segmentos broncopulmonares dos pulmões, e a ramificação dos brônquios nos segmentos.

**Pulmões**

Os **pulmões** têm forma semelhante à de um cone, com o **ápice** pontiagudo de cada um sobrepassando o estreito espaço do alto da cavidade torácica, atrás da clavícula (Figura 19-9). A **base** de cada pulmão é larga e côncava e descan-

F 19-9



sa sobre a superfície convexa do diafragma. Uma depressão chamada **hilo** é encontrada na face mediastinal do pulmão. O hilo é a região onde as estruturas que formam a *raiz do pulmão* (o pedículo) – isto é, os brônquios, vasos sanguíneos, linfáticos e nervos – entram ou saem do pulmão. A **face costal**, que se posiciona contra as costelas é arredondada seguindo a curvatura das costelas. O pulmão esquerdo apresenta uma concavidade para o coração, chamada **incisura cardíaca**, na sua face mediastinal. Cada pulmão é dividido em **lobos superior e inferior** por uma **fissura oblíqua**. O pulmão direito é ainda dividido por uma **fissura horizontal** que delimita um **lobo médio**. Assim, o pulmão direito tem três lobos, enquanto o esquerdo tem dois. Além desses cinco lobos, que são visíveis externamente, cada pulmão é subdividido por tabiques de tecido conjuntivo em unidades menores chamadas **segmentos broncopulmonares** (Figura 19-10). Cada segmento broncopulmonar representa a porção do pulmão que é

F 19-10

suprida por um específico brânquio segmentar (terciário). O lobo superior do pulmão direito tem três segmentos; o lobo médio tem dois; o lobo inferior tem cinco. No pulmão esquerdo, tanto o lobo superior como o inferior tem cinco segmentos cada um, embora alguns deles não estejam distintamente separados. Os segmentos broncopulmonares são importantes cirurgicamente porque um segmento alterado pode ser removido sem que seja necessário remover o lobo inteiro ou o pulmão inteiro. Por outro lado, as doenças não se espalham facilmente através dos tabiques que separam os segmentos, de forma que as patologias tendem a ficar confinadas a um ou alguns segmentos em vez de se espalharem livremente pelo pulmão.

Os dois pulmões são separados por um espaço chamado **mediastino**. Importantes estruturas estão localizadas no mediastino, incluindo o coração, a aorta, as veias cava, os vasos pulmonares, o esôfago, parte da traquéia e dos brônquios, e o timo.

## Pleura

Cada pulmão é envolvido por um saco de paredes duplas chamado **pleura**. Ambas as camadas da pleura são formadas por membrana serosa. A porção da pleura que adere firmemente aos pulmões é a **pleura visceral** (ou pulmonar). A porção que reveste as paredes da cavidade torácica é a **pleura parietal**. As camadas visceral e parietal são contínuas ao nível do hilo do pulmão. Entre as duas camadas da pleura há uma **cavidade pleural** extremamente delgada, que é preenchida pelo **fluido pleural**. Este é secretado pela pleura, e age como lubrificante para reduzir o atrito entre as duas camadas durante os movimentos respiratórios.

## Suprimento Sangüíneo dos Pulmões

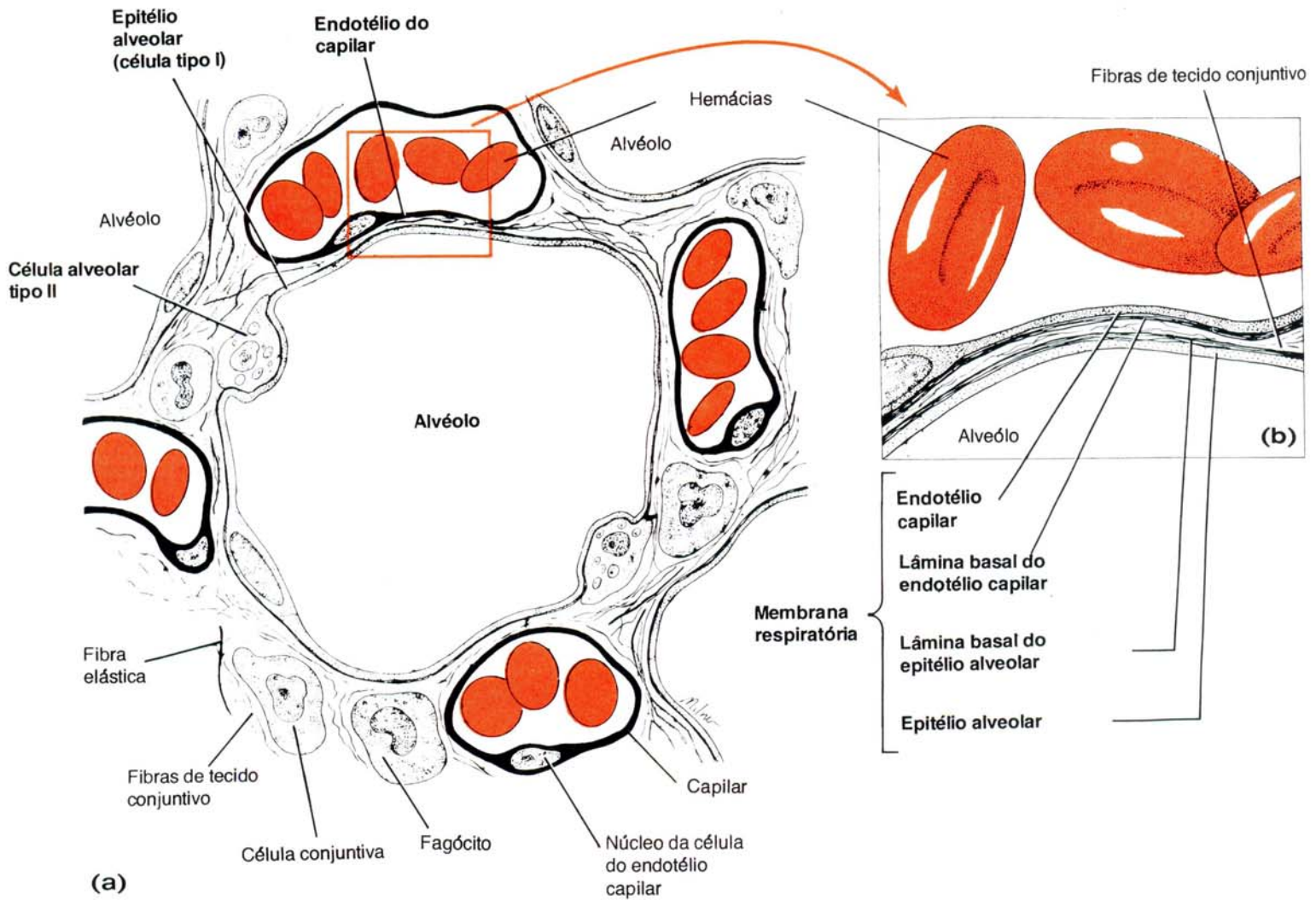
Há uma importante diferença entre o suprimento sangüíneo dos alvéolos e dos brônquios. Os alvéolos são supridos por ramos da artéria pulmonar (que contém sangue pobre em oxigênio), enquanto pequenas artérias brônquicas, ramos da parte torácica da aorta (que contém sangue rico em oxigênio) suprem os brônquios. Assim, as artérias pulmonares carregam sangue que deverá ser aerado nos alvéolos, enquanto o sangue das artérias brônquicas providencia a nutrição dos tecidos pulmonares.

## Membrana Respiratória

O ar nos alvéolos está separado do sangue por uma **membrana respiratória** muito delgada formada pelo epitélio alveolar e sua lâmina basal e pelo endotélio dos capilares e sua lâmina basal. Em alguns lugares há pequena quantidade de tecido conjuntivo na forma de fibras reticulares e elásticas entre as duas lâminas basais (Figura 19-11). Há obviamente grande vantagem em se ter uma membrana respiratória delgada – desde que o oxigênio e o dióxido de carbono possam atravessá-la durante a respiração – assegurando-se a manutenção da integridade do sistema vascular sangüíneo. Para uma difusão eficiente do oxigênio e do dióxido de carbono, a membrana respiratória deve estar úmida; con-

F 19-11





**Figura 19-11**

(a) Secção transversal de um alvéolo rodeado de capilares, mostrando a membrana respiratória, que separa o ar do alvéolo, do sangue dos capilares. (b) A membrana respiratória dos pulmões.

seqüentemente, as faces alveolares expostas ao ar estão cobertas por uma delgada película de fluido.

O epitélio que forra os alvéolos contém dois tipos de células. A maioria delas é do tipo escamoso simples através das quais os gases se difundem rapidamente. Estas células são chamadas *células alveolares tipo I*. Distribuídas entre as células escamosas simples estão células arredondadas ou cuboidais – chamadas *células alveolares tipo II* – que se salientam na luz dos alvéolos. As células tipo II secretam uma substância chamada **surfactante**, que serve para baixar a tensão superficial do fluido que recobre os alvéolos, prevenindo contra o colapso dos alvéolos e diminuindo o esforço muscular para expandir os pulmões.

Também são encontradas células fagocíticas na membrana respiratória das paredes alveolares, e elas podem ser encontradas livres no espaço alveolar. Estes fagócitos são algumas vezes chamados **células de poeira**, pois frequentemente contêm partículas de carbono capturadas do ar inalado.

## MECÂNICA DA RESPIRAÇÃO

Para manter uma concentração de oxigênio e de dióxido de carbono no ar alveolar que seja favorável para sua difusão através da membrana alveolar, é necessário constantemente fazer chegar aos pulmões ar fresco e remover o ar do seu interior. Cerca de 500 ml de ar entra e sai dos pulmões em cada respiração. Como a respiração é repetida cerca de 16 vezes por minuto, o oxigênio de 8.000 ml (oito litros) de ar entra no sistema respiratório a cada minuto.



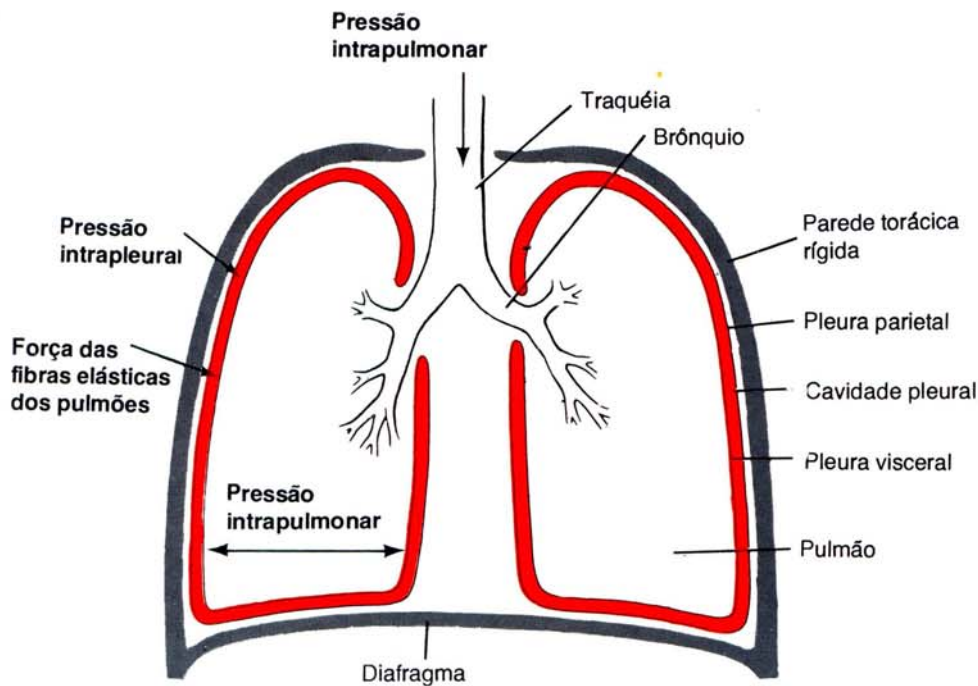
**Figura 19-12**

Diagrama do tórax indicando as pressões envolvidas na respiração.

A cavidade torácica é hermética, com paredes laterais flexíveis (caixa torácica) e assoalho flexível (diafragma). Os pulmões, envolvidos pela pleura, estão suspensos nessa cavidade hermética. Os alvéolos e as vias aéreas pelas quais os pulmões se comunicam com a atmosfera passam pela traquéia.

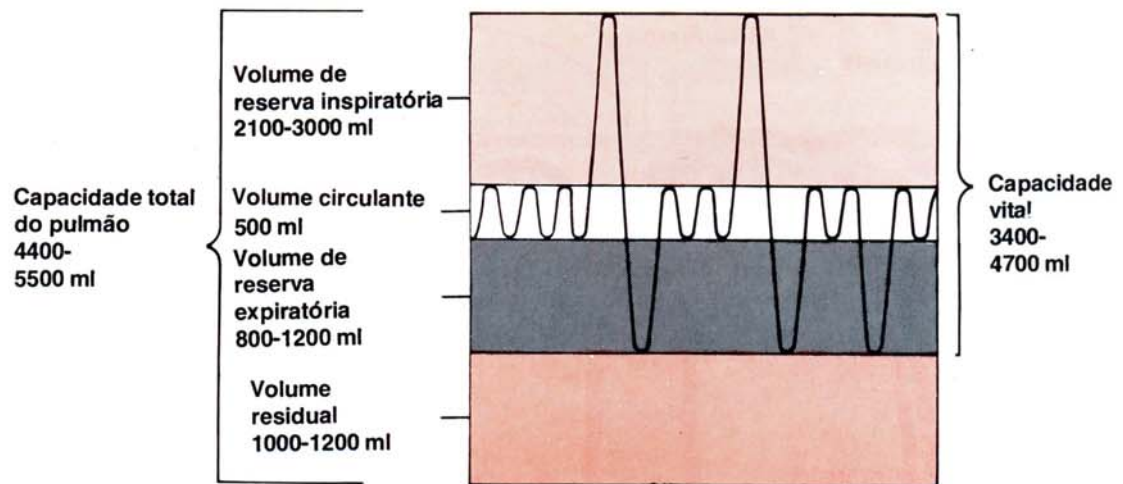
Na criança recém-nascida, os pulmões enchem completamente a cavidade pleural sem estarem distendidos. Durante a infância, entretanto, a caixa torácica cresce mais depressa que os pulmões. Na verdade, não fosse a presença de uma pequena quantidade de fluido pleural na cavidade pleural, entre a superfície dos pulmões e a parede interna do tórax, a parede torácica poderia se afastar dos pulmões. À medida que a caixa torácica em crescimento tende a se afastar dos pulmões, faz com que a pressão na cavidade pleural fique abaixo da pressão do ar atmosférico (pressão atmosférica) nos pulmões. Como conseqüência, os pulmões se expandem e se alongam juntamente com a caixa torácica.

Por causa da pressão negativa na cavidade pleural mais a tensão superficial causada pela pequena quantidade de fluido pleural presente na cavidade, a pleura visceral – e como conseqüência a superfície do pulmão – está firmemente encostada na pleura parietal. Estas membranas podem deslizar uma na outra, mas não são facilmente separáveis. Daí o fato de os pulmões não entrarem em colapso, a despeito de sua tendência para isso por causa da natural retração do tecido conjuntivo elástico em suas paredes e divisões.

O ar move-se através da traquéia para dentro dos pulmões quando a pressão nos pulmões (*pressão intrapulmonar*) é menor do que a pressão atmosférica (Figura 19-12). O ar move-se para fora dos pulmões quando a pressão nos pulmões é maior do que a pressão atmosférica. Entre as respirações, a pressão nos pulmões é igual à pressão atmosférica. Pelo fato de a rígida parede torácica não acompanhar os pulmões quando as fibras elásticas deles tendem a se retrair afastando-os da parede, cria-se um vácuo parcial na cavidade pleural. A pressão nessa cavidade (*intrapleural* ou *intratorácica*) é mantida um pouquinho abaixo da pressão atmosférica. Esta reduzida pressão intrapleural representa a “força de colapso” dos pulmões. Durante o desenvolvimento fetal, entretanto, a pressão na cavidade pleural não é menor do que a pressão atmosférica; como conseqüência, os pulmões do feto estão colapsados e não contêm ar. Como a respiração começa imediatamente após o nascimento, a caixa torácica se expande puxando os pulmões consigo. Uma vez estirados e cheios de ar, os pulmões assim se mantêm durante toda a vida.

**F 19-12**





**Figura 19-13**

Volumes pulmonares.

### Inspiração

A **inspiração** se refere aos movimentos do ar *em direção* aos pulmões. Como já indicados anteriormente, tal movimento ocorre quando a pressão nos pulmões cai abaixo da pressão atmosférica. O ar então se move para os pulmões e restabelece o equilíbrio da pressão. Uma pequena queda na pressão dos pulmões é acompanhada por um aumento do volume da cavidade torácica.

Há dois caminhos pelos quais o volume da cavidade torácica pode ser aumentado. Um deles é a contração do diafragma. Quando contraído, o diafragma se achata, abaixando sua cúpula. Esta ação aumenta a dimensão longitudinal da cavidade torácica. O segundo caminho é a elevação das costelas. Na posição de descanso, as costelas estão dirigidas por baixo e para diante com relação à coluna vertebral. A contração de músculos tais como os subcostais e os intercostais puxa as costelas para cima, aumentando conseqüentemente as dimensões internas da cavidade torácica e o seu volume.

Durante a respiração normal, calma, a contração do diafragma é o meio dominante para aumentar o volume da cavidade torácica e diminuir a pressão dentro dos pulmões. A elevação das costelas é mais evidente durante a inspiração forçada.

### Expiração

A **expiração** se refere aos movimentos do ar *para fora* dos pulmões, de volta à atmosfera. Ocorre quando o volume da cavidade torácica decresce, fazendo com que a pressão nos pulmões seja maior do que a pressão atmosférica. Durante a respiração calma, o volume da cavidade torácica é diminuído por processos passivos que não envolvem contrações musculares. Quando os músculos envolvidos na inspiração se relaxam, a retração elástica dos pulmões, a parede torácica e as estruturas abdominais retornam às costelas e o diafragma à sua posição de descanso. Esta atividade reduz o volume da cavidade torácica e aumenta a pressão nos pulmões até que fique um pouquinho superior à pressão atmosférica. A pressão aumentada nos pulmões força a saída do ar até que as pressões intrapulmonar e atmosférica entrem novamente em equilíbrio.

Durante a expiração forçada, como ocorre no exercício, há músculos envolvidos na redução ulterior do volume da cavidade torácica. Os intercostais, o transverso do tórax, o quadrado lombar e o serrátil póstero-inferior auxiliam na redução do volume da cavidade torácica, deprimindo a caixa torácica. Mais ainda, os músculos da parede abdominal anterior ajudam na expiração forçada exercendo pressão nas vísceras abdominais, forçando assim o diafragma para cima.

Tradicionalmente, pensa-se que se pode distinguir entre os papéis desempenhados pelos músculos intercostais, com os externos ajudando na inspiração forçada e os internos ajudando na expiração forçada. Entretanto, estudos re-



**Tabela 19-1** Volumes Pulmonares Médios em Homens e Mulheres Jovens (20 a 30 Anos de Idade)

	Volume (em ml)	
	Homem	Mulher
Capacidade pulmonar total	5900	4400
Capacidade vital	4700	3400
<i>Reserva inspiratória</i>	3000	2100
<i>Volume circulante</i>	500	500
<i>Reserva expiratória</i>	1200	800
Volume residual	1200	1000

centes têm mostrado que ambos os tipos de intercostais são ativos tanto na inspiração como na expiração forçadas, servindo para controlar as distâncias entre as costelas.

### Movimentos Respiratórios Rítmicos

O padrão rítmico da inspiração e da expiração que é característico da respiração normal depende da atividade cíclica dos neurônios que suprem os músculos respiratórios – principalmente neurônios cujos corpos celulares estão localizados na medula oblonga. A área na qual esses corpos celulares de neurônios estão localizados é chamada de **centro respiratório**.

### Volumes Pulmonares

Nos homens jovens, os pulmões têm uma capacidade total de aproximadamente 5.900 ml. Uma vez que os pulmões tenham se enchido de ar logo após o nascimento, entretanto, é impossível exalar todo o ar deles. Daí o fato de que esse total de 5.900 ml não ser totalmente disponível para propósitos respiratórios e que cerca de 1.200 ml permaneçam nos pulmões mesmo após uma expiração forçada. Este volume remanescente é chamado **volume residual** (Figura 19-13).

F 19-13

Durante a respiração normal, calma, cerca de 500 ml de ar se movem para dentro e para fora dos pulmões – este é o **volume circulante** ou **corrente**. O **volume de reserva inspiratório** é o volume extra de ar (aproximadamente 3.000 ml) que pode ser inspirado além do ar circulante normal. Após uma expiração passiva, normal, de ar circulante, ainda pode ser eliminada uma quantidade de ar adicional. Este chamado **volume de reserva expiratório** é de cerca de 1.200 ml. A **capacidade vital** representa a máxima quantidade de ar que pode ser movimentada para dentro e para fora dos pulmões – desde a mais profunda inspiração até a mais forçada expiração. A capacidade vital representa a soma do volume de reserva inspiratório, de ar circulante ou corrente e do volume de reserva expiratório. Observe que não se inclui o ar residual. Nos homens jovens saudáveis a capacidade vital é de cerca de 4.700 ml. É às vezes menor em mulheres porque elas tendem a ter menores caixas torácicas e menores capacidades pulmonares (veja Tabela 19-1).

Tabela 19-1



## CONDIÇÕES DE IMPORTÂNCIA CLÍNICA

## O Sistema Respiratório

**Resfriado Comum**

O *resfriado comum*, ou *coriza aguda*, é uma inflamação da mucosa do tracto respiratório superior, que é familiar a muitas pessoas. A inflamação inicial é causada por diversos vírus, e é freqüentemente seguida de infecção bacteriana nos seios paranasais, ouvidos e brônquios. Quando inflamada a mucosa torna-se aumentada e edemaciada, causando desconforto e dificuldade respiratória. Mais tarde, a mucosa libera um fluido aquoso cuja presença se faz sentir na forma de corrimento nasal. Tal liberação da mucosa que forra os seios paranasais pode irritar a laringe e a traquéia, produzindo tosse.

**Febre do Feno**

A *febre do feno* é uma resposta alérgica (antígeno-anticorpo) a certos alérgenos (antígenos) que estão presentes nos pólenes das plantas e nas poeiras. Esta resposta alérgica causa uma inflamação localizada da membrana mucosa respiratória, produzindo sintomas semelhantes àqueles do resfriado comum.

**Asma Brônquica**

Como a febre do feno, a *asma* é uma resposta alérgica a substâncias estranhas que geralmente entram no corpo pela via aérea (pelo ar respirado) ou pelo alimento ingerido. É caracterizada por episódios de respiração ofegante e outras dificuldades respiratórias. Em resposta a esses alérgenos, as membranas mucosas do sistema respiratório produzem excessiva quantidade de muco, algumas vezes produzindo rolhas de muco que bloqueiam completamente os bronquíolos. Além disso, os músculos lisos que circundam os menores brônquios e os bronquíolos entram em espasmo, que reduzem as passagens aéreas, tornando difícil a movimentação do ar para fora dos alvéolos.

**Bronquite**

A *bronquite* é uma inflamação aguda ou crônica da árvore brônquica. É causada por infecção bacteriana ou por substâncias irritantes no ar inalado (como fumaça ou vapores químicos). As membranas mucosas do sistema respiratório produzem uma secreção viscosa que inibe a função protetora normal dos macrófagos do trato respiratório e dificulta a ação autolimpante dos cílios das células que revestem os brônquios. Como as secreções se acumulam nos brônquios, elas são removidas pela tosse. A tosse é irritante, mas serve para o propósito de ajudar a manter os pulmões limpos.

**Tuberculose**

A *tuberculose*, uma infecção causada pelo bacilo do tubérculo (*Mycobacterium tuberculosis*), pode afetar muitas partes do corpo. Pelo fato de as bactérias entrarem no corpo mais comumente pela inalação, a tuberculose dos pulmões é a forma mais freqüente. Mesmo não sendo pelo ar inalado, os bacilos podem entrar pelo sistema linfático ou pela corrente sanguínea e finalmente alcançar os pulmões. Quando isso acontece, os tecidos do pulmão reagem, formando pequenos nódulos (tubérculos) em volta deles. Muitos desses bacilos são então ingeridos por células protetoras (fagócitos), e formam-se paredes fibrosas ao redor

deles. Se os bacilos não são enclausurados com sucesso, o tecido pulmonar é destruído e o local de infecção se alastra. O processo pode continuar até que os dois pulmões fiquem extensivamente destruídos. Mesmo que não resulte essa destruição maciça, a fibrose das porções afetadas interfere na difusão dos gases, causando a perda de elasticidade dos pulmões reduzindo assim a capacidade vital.

**Enfisema**

O *enfisema* é uma condição que se desenvolve lentamente como uma resposta secundária a outros problemas respiratórios, como uma bronquite crônica e uma tuberculose, ou a agentes irritantes do meio, como fumaça de cigarro e poluentes industriais (para a discussão dos efeitos do fumo nos pulmões, veja Quadro 19-1). Nas pessoas que sofrem de enfisema os alvéolos tornam-se hiperdistendidos, suas paredes se rompem e são substituídas por tecido fibroso. Esta destruição dos alvéolos reduz grandemente a superfície através da qual podem ocorrer as trocas gasosas. Como consequência, a quantidade de oxigênio no sangue é reduzida, e mesmo exercícios muito leves aumentam a freqüência respiratória. Além disso, os tecidos elásticos dos pulmões superextendidos são reduzidos, tornando a respiração dificultosa. Uma redução do volume expiratório é um sintoma precoce do enfisema.

Assim, dois problemas básicos afligem as vítimas de enfisema: os pulmões são "fixados" na inspiração e as superfícies respiratórias dos pulmões ficam tão reduzidas que não podem mais executar as trocas gasosas normais. Infelizmente, a doença é progressiva e irreversível.

**Pneumonia**

A inflamação da *pneumonia* causa um exsudato fibrinoso produzido pelos alvéolos. O pulmão, ou uma parte dele, torna-se sólido e sem ar, dificultando a troca gasosa nos alvéolos. Muitos casos de pneumonia são provavelmente causados por um vírus. Uma outra causa comum é uma bactéria do tipo *pneumococo*; entretanto, tem sido sugerido que a maioria dos casos de pneumonia bacteriana são precedidos por uma infecção viral. A pneumonia também pode resultar de uma inalação de alimento ou substâncias estranhas ao corpo que causam obstrução de um brônquio. Tal obstrução pode levar um pulmão ao colapso, acúmulo de fluido e subsequente infecção.

**Pleuris**

*Pleuris* é uma infecção das membranas pleurais que é comumente causada por uma bactéria – usualmente *pneumococo*, *estreptococo* ou *bacilo da tuberculose*. No estágio precoce, as membranas pleurais inflamadas estão "secas" e cobertas por um material fibroso. Esta condição causa uma dor aguda no tórax durante a respiração. Como resultado da pleuris podem se desenvolver aderências entre as membranas pleurais e, em casos severos, é necessária cirurgia para removê-las. Nos estágios avançados da pleuris há freqüentemente excessiva secreção de fluido pleural na cavidade pleural.

**Pneumotórax**

*Pneumotórax* é o nome dado a qualquer condição que permita a entrada de ar na cavidade pleural – isto é, no es-



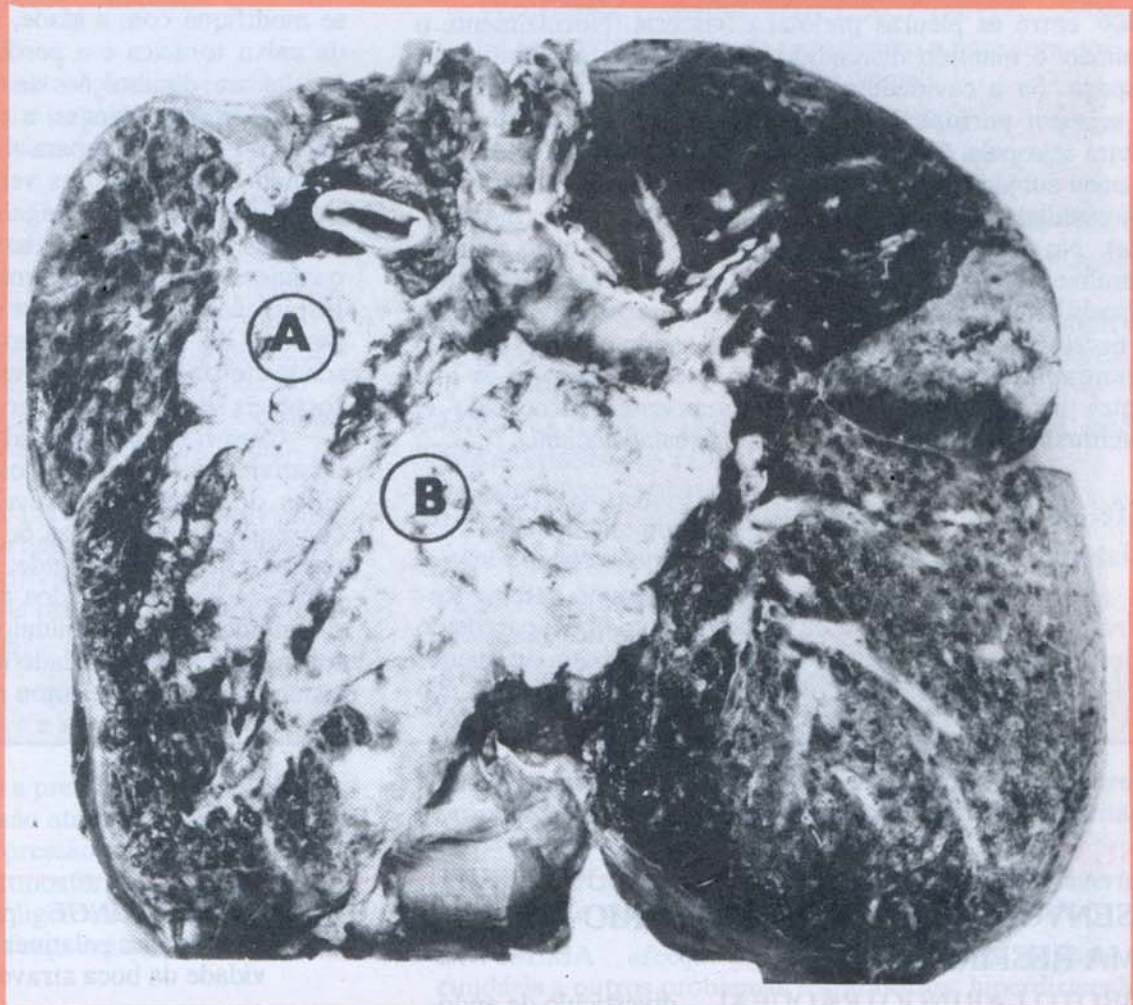
### Quadro 19-1

#### Pulmões de fumantes e de não-fumantes

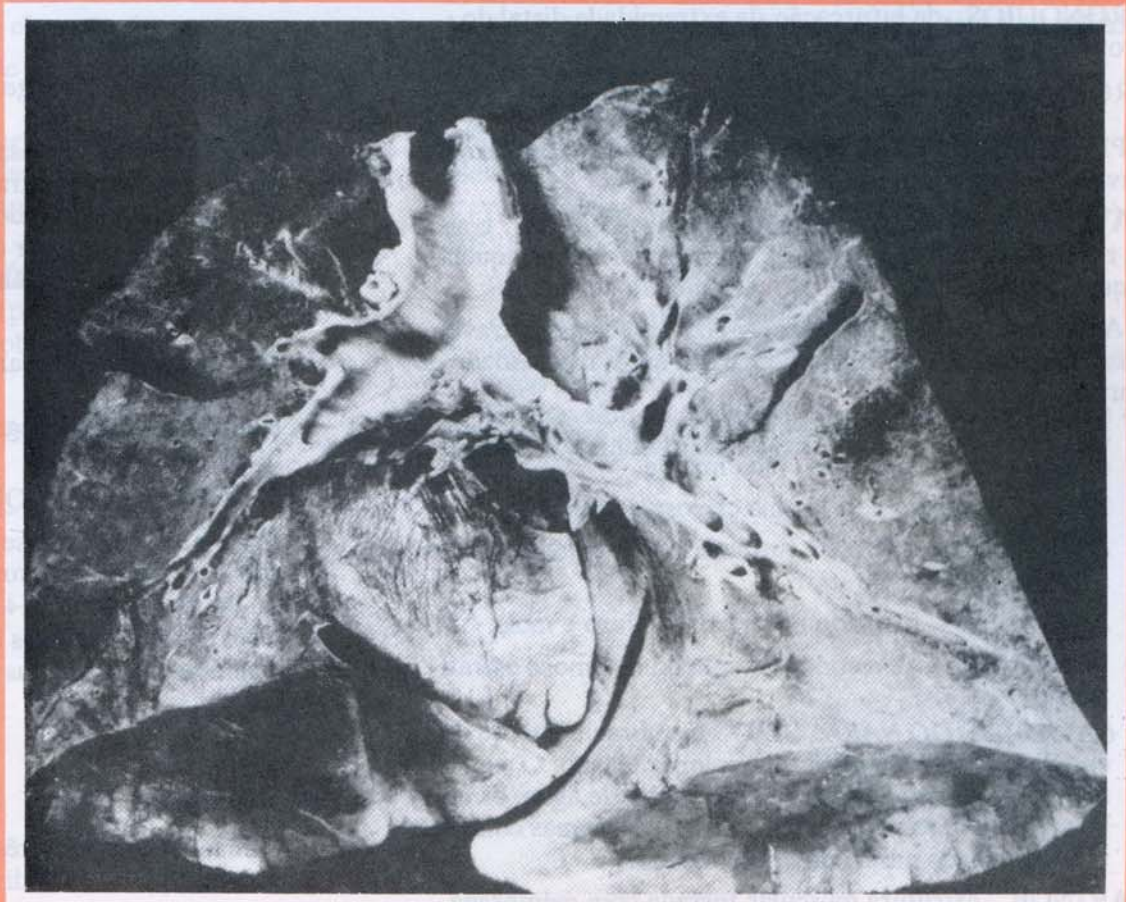
Os efeitos maléficos da fumaça de fumo (tabaco) estão claramente evidentes nesta comparação entre os pulmões de um fumante (acima) e os de um não-fumante (abaixo).

Nos pulmões do fumante, a área A evidencia um crescimento canceroso e o resultante estreitamento da luz dos brônquios. O tumor estendeu-se para longe dos brônquios, já nos tecidos circundantes (B). O câncer do pulmão é tipificado por crescimento neoplástico – a presença de uma massa anormal (tumor maligno). As células cancerosas se multiplicam e se espalham, destruindo o tecido sadio. O câncer de pulmão é também caracterizado pelo crescimento metastático, no qual as células cancerosas se espalham pelo corpo através do sangue ou do sistema linfático. O câncer do pulmão pode ser tratado com radiação, quimioterapia ou cirurgia para remover parte ou todo o pulmão.

O fumo é um fator que contribui para doenças cardíacas, enfisema e bronquite crônica, além de outras doenças pulmonares. Apenas um cigarro aumenta a frequência cardíaca, aumenta a pressão sangüínea, incrementa o fluxo de sangue e o ar nos pulmões, e causa uma queda na temperatura da pele dos dedos dos pés e das mãos. Menos conhecido, mas igualmente importante, é o efeito deletério de segunda mão nos não-fumantes. Tem-se estimado que quando um não-fumante vive num meio enfumaçado, ele demora de 4 a 5 horas para que 50% do dióxido de carbono possa deixar seu corpo.



Pulmões de um fumante.



Pulmões de um não-fumante.



paço entre as pleuras parietal e visceral. Normalmente o pulmão é mantido distendido pela pressão negativa nesse espaço. Se a cavidade pleural é aberta para o ar exterior – seja por perfuração da parede do tórax e da pleura parietal seja pela ruptura da pleura visceral e do tecido pulmonar subjacente (*pneumotórax espontâneo*) – o ar entra na cavidade pleural e causa o colapso do pulmão (*atelectasia*). No pneumotórax espontâneo, o colapso do pulmão geralmente oclui a perfuração e, com o descanso, a ruptura visceral cicatriza. Quando a parede do tórax foi perfurada, é necessário selar a punção com um tecido que não permita a entrada de ar através dela. Em qualquer caso, o ar que entra na cavidade pleural é lentamente reabsorvido e, eventualmente, a pressão negativa é restabelecida.

### Efeitos do Envelhecimento no Sistema Respiratório

As alterações dos tecidos que ocorrem no sistema respiratório com o aumento da idade faz com que a parede do tórax fique mais rígida e os pulmões tornem-se menos elásticos. Assim, embora o volume total dos pulmões não

se modifique com a idade, a rigidez progressiva da parede da caixa torácica e a perda de elasticidade pelos pulmões resulta na diminuição da capacidade de ventilação. Por causa dessas mudanças, a capacidade vital dos homens cai de 4.700 ml aos 20 para 4.000 ml aos 70 anos. Acompanhando essas mudanças verifica-se o decréscimo da quantidade de oxigênio carregada pelo sangue arterial. Esta diminuição do oxigênio arterial é bastante pronunciada quando a pessoa está numa posição supina, o que torna a respiração mais difícil. Por esta razão há uma tendência das pessoas de idade experimentarem dificuldade de aporte adequado de oxigênio durante o sono e estarem mais confortáveis se suportadas por travesseiros.

Com o aumento da idade, há também um decréscimo da atividade fagocitária dos macrófagos e da atividade dos cílios do epitélio que reveste o trato respiratório. Como consequência, a limpeza do trato respiratório pelos cílios é menos eficiente. A rigidez da parede da caixa torácica, a perda de elasticidade dos pulmões e a atividade fagocítica diminuída além da diminuição da atividade ciliar, tudo isso torna as pessoas de idade mais suscetíveis a infecções do sistema respiratório, como pneumonia.

## RESUMO

### DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DO SISTEMA RESPIRATÓRIO p. 515

**BROTO LARINGOTRAQUEAL** divertículo da endoderme ventral do trato digestivo.

**TRAQUÉIA** da porção proximal do broto laringotraqueal.

**BRÔNQUIOS** da bifurcação da extremidade distal do broto laringotraqueal.

**BRONQUÍOLOS E ALVÉOLOS** dos brônquios.

**EPITÉLIO RESPIRATÓRIO** derivado da endoderme; reveste todo o trato respiratório.

**ANATOMIA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO** o sistema respiratório consiste de nariz, faringe, laringe, traquéia, brônquios e pulmões. pp. 515-526

**NARIZ E CAVIDADE DO NARIZ** o ar passa através das narinas para o vestíbulo do nariz e entra na cavidade do nariz.

**SEPTO** formado de cartilagem septal, osso vômer e lâmina perpendicular do osso etmóide.

**TETO** formado pela lâmina crivosa do etmóide.

**PAREDES LATERAIS** formadas pelas conchas nasais superior, média e inferior.

**ASSOALHO** formado pelos palatos duro e mole.

**VESTÍBULO** revestido por epitélio escamoso estratificado.

**CAVIDADE DO NARIZ, SEIOS** membrana mucosa de epitélio pseudo-estratificado, colunar ciliado. O suprimento sanguíneo aquece o ar e o satura de água; os cílios removem as pequenas partículas; as coanas conectam a cavidade nasal com a nasofaringe.

**FARINGE** estrutura muscular forrada com membrana mucosa.

**NASOFARINGE** comunica-se com as coanas e com as tubas auditivas; contém as tonsilas tubária e faríngea.

**BUCOFARINGE** passagem de ar e de alimento; contém tonsilas palatinas e linguais; comunica-se com a cavidade da boca através das fauces.

**LARINGOFARINGE** passagem de ar e de alimento; entre bucofaringe e esôfago, e laringe.

**LARINGE** canal aéreo entre a laringofaringe e os pulmões.

1. O esqueleto da laringe é constituído de nove cartilagens.
2. As membranas mucosas da laringe são constituídas por epitélio escamoso estratificado e epitélio pseudo-estratificado colunar ciliado; forma um par de pregas vestibulares e um par de pregas vocais.
3. A glote é a abertura entre as pregas vocais.

### TRAQUÉIA

1. Mantida aberta por cartilagens hialinas em forma de "C".
2. Células ciliadas carregam partículas estranhas dos pulmões para a faringe.

### BRÔNQUIOS, BRONQUÍOLOS E ALVÉOLOS

1. Principais, lobares e segmentares (primários, secundários e terciários → bronquíolos terminais e respiratórios → ductos alveolares → alvéolos
2. Com a ramificação, as cartilagens de reforço são gradualmente substituídas por músculos lisos.

### PULMÕES

1. Pulmão direito tem três lobos; pulmão esquerdo tem dois; cada lobo é subdividido em segmentos broncopulmonares.
2. *Hilo* – local onde os brônquios, os vasos sanguíneos, os linfáticos e os nervos passam para dentro ou para fora dos pulmões.



3. *Mediastino* – espaço que separa os pulmões.

#### PLEURA

1. Pleura visceral e pleura parietal – saco de membrana serosa de paredes duplas que envolve cada pulmão.
2. Cavidade pleural entre as camadas – cheia de fluido pleural.

**SUPRIMENTO SANGÜÍNEO DOS PULMÕES** artéria pulmonar (sangue pobre em oxigênio) irriga alvéolos; artérias bronquiais, da parte torácica da aorta (sangue rico em oxigênio) irrigam os brônquios.

**MEMBRANA RESPIRATÓRIA** membrana delgada que separa o ar alveolar do sangue; o oxigênio e o dióxido de carbono difundem-se através da membrana. Consiste de epitélio alveolar e sua lâmina basal mais endotélio capilar e sua lâmina basal.

Contém dois tipos de células: (1) *células alveolares tipo I* – células escamosas simples que contribuem para as trocas gasosas; e (2) *células alveolares tipo II* – células arredondadas ou cubóides que produzem surfactante.

#### MECÂNICA DA RESPIRAÇÃO pp. 526-529

1. A tensão superficial e a pressão negativa na cavidade pleural forçam a pleura visceral e a superfície do pulmão contra a pleura parietal.
2. O ar entra nos pulmões quando a pressão nos pulmões é um pouco menor do que a pressão atmosférica.
3. O ar sai dos pulmões quando a pressão no seu interior é pouco maior do que a pressão atmosférica.
4. A pressão na cavidade pleural é ligeiramente menor do que a pressão atmosférica devido à força colapsante das fibras elásticas dos pulmões.

**INSPIRAÇÃO** movimento de ar para o interior dos pulmões.

1. Queda na pressão dos pulmões.
2. Aumento do volume da cavidade torácica devido à contração do diafragma e à elevação das costelas.

**EXPIRAÇÃO** movimento de ar para fora dos pulmões em direção à atmosfera.

1. Pressão nos pulmões é maior do que na atmosfera.
2. Volume diminuído da cavidade torácica devido ao relaxamento do diafragma e retorno das costelas à posição de descanso.

**MOVIMENTOS RESPIRATÓRIOS RÍTMICOS** padrão rítmico de inspiração e expiração sob o controle do centro respiratório na medula oblonga.

#### VOLUMES PULMONARES

**VOLUME RESIDUAL** entre 1.000 e 1.200 ml de ar sempre nos pulmões.

**VOLUME CORRENTE OU CIRCULANTE** 500 ml de ar movimentando-se para dentro e para fora dos pulmões durante a respiração calma.

**VOLUME DE RESERVA INSPIRATÓRIO** volume extra de ar (cerca de 2.100 a 3.000 ml) que pode ser inspirado além do volume corrente normal.

**VOLUME DE RESERVA EXPIRATÓRIO** - 800 a 1.200 ml de ar que pode ser forçado a sair dos pulmões após uma expiração passiva normal.

**CAPACIDADE VITAL** soma dos volumes de reserva inspiratório, volume corrente e volume de reserva expiratório (3.400-4.700 ml).

#### CONDIÇÕES DE IMPORTÂNCIA CLÍNICA: SISTEMA RESPIRATÓRIO pp. 530-532

**RESFRIADO COMUM** inflamação viral e algumas vezes subsequente infecção bacteriana da mucosa do trato respiratório superior.

**FEBRE DO FENO** resposta alérgica aos alérgenos do pólen das plantas e poeira.

**ASMA BRÔNQUICA** resposta alérgica caracterizada por respiração ofegante; causada por muco excessivo e por espasmos da musculatura lisa dos brônquios.

**BRONQUITE** inflamação aguda ou crônica da árvore brônquica; causada por infecção bacteriana ou por irritação.

**TUBERCULOSE** infecção causada pelo *Mycobacterium tuberculosis*, que afeta mais comumente os pulmões.

**ENFISEMA** afecção progressiva que é uma resposta secundária a outros problemas respiratórios; hiperdistensão e destruição dos alvéolos e redução do tecido elástico dos pulmões, produzindo redução do oxigênio no sangue e dificuldade respiratória.

**PNEUMONIA** exsudato fibrinoso produzido nos alvéolos fazendo com que parte dos pulmões torne-se sólido e sem ar.

**PLEURIS** inflamação das membranas pleurais.

**PNEUMOTÓRAX** ar forçado a entrar na cavidade pleural, causando colapso do pulmão.

#### EFEITOS DO ENVELHECIMENTO NO SISTEMA RESPIRATÓRIO

1. Rigidez da parede da caixa torácica.
2. Perda da elasticidade pulmonar.
3. Decréscimo da atividade ciliar no epitélio que reveste o trato respiratório.
4. Decréscimo da atividade fagocitária, com aumento da susceptibilidade à infecção.



