



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA

BIOLOGIA
licenciatura a distância

2

HISTOLOGIA

Viviane Mara Woehl, Oraide Maria Woehl

Histologia



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA

BIOLOGIA
licenciatura a distância

Histologia

Viviane Mara Woehl

Oraide Maria Woehl



Ministério
da Educação



3ª edição
UFSC
Florianópolis, 2016.

Governo Federal

Presidente da República Michel Miguel Elias Temer Lulia
Ministro de Educação José Mendonça Bezerra Filho
Coordenador Nacional da Universidade Aberta do Brasil Carlos Cezar Modernel Lenuzza

Universidade Federal de Santa Catarina

Reitor Luiz Carlos Cancellier de Olivo
Vice-Reitor Alacoque Lorenzini Erdmann
 Secretário de Educação à Distância
Pró-Reitora de Ensino de Graduação Tereza Cristina
 Rozone de Souza
Pró-Reitora de Pesquisa Sebastião Roberto Soares
Pró-Reitora de Extensão Rogério Cid Bastos
Pró-Reitor de Pós-Graduação Sérgio Fernando Torres de
 Freitas
Pró-Reitor de Desenvolvimento e Gestão de Pessoas
 Carla Cristina Dutra Búrigo
Pró-Reitor de Administração Jair Napoleão Filho
Pró-Reitor de Assuntos Estudantis Pedro Luiz Manique
 Barreto
Centro de Ciências da Educação Nestor Manoel Habkost

Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas na Modalidade a Distância

Diretor Unidade de Ensino Alexandre Verzani Nogueira
Coordenadora de Curso Viviane Mara Woehl
Coordenadora de Tutoria Cristina Maria Bressan
Coordenação Pedagógica LANTEC/CED
Coordenação de Ambiente Virtual Michel Kramer
 Borges de Macedo

Comissão Editorial Alexandre Verzani Nogueira, Elisa
 Cristiana Winkelmann Duarte, Viviane Mara Woehl

Projeto Gráfico Material impresso e on-line

Coordenação Prof. Haenz Gutierrez Quintana
Equipe Henrique Eduardo Carneiro da Cunha, Juliana
 Chuan Lu, Laís Barbosa, Ricardo Goulart Tredezini
 Straiato

Equipe de Desenvolvimento de Materiais

Laboratório de Novas Tecnologias – LANTEC/CED
Coordenação Geral Sonia Maria Silva Correa de Souza
 Cruz, Andrea Brandão Lapa

Material Impresso e Hipermídia

Coordenação Larissa Zancan Rodrigues
Adaptação do Projeto Gráfico Laura Martins
 Rodrigues, Thiago Rocha Oliveira
Diagramação Rogério Garcia da Silva Jr., Cristiane
 Amabile Wartha
Ilustrações Felipe Oliveira Gall, Lissa Capeleto
Tratamento de Imagem Rogério Garcia da Silva Jr.
Revisão gramatical João Vicente Alfaya dos Santos

Design Instrucional

Design Educacional Larissa Zancan Rodrigues

Copyright © 2016 Universidade Federal de Santa Catarina. Biologia/EaD/UFSC
*Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada sem a
prévia autorização, por escrito, da Universidade Federal de Santa Catarina.*

W841h Woehl, Viviane Mara
 Histologia / Viviane Mara Woehl, Oraide Maria Woehl. — 3. ed. —
 Florianópolis : LANTEC/UFSC, 2016.
 276p.:il.- (Biologia ; licenciatura a distância)

Inclui bibliografia
ISBN 978-85-61485-50-4

1. Histologia. 2. Microscopia de luz. I. Woehl, Oraide Maria.
II. Título. VI. Série.

CDU 611-018

Sumário

1 Métodos e técnicas de estudo em histologia.....	11
1.1 Preparado permanente para a microscopia de luz.....	13
1.2 Interpretação dos ângulos de corte.....	17
Resumo.....	18
Referências.....	18
2 Tecido epitelial	19
2.1 Características do epitélio de revestimento.....	21
2.2 Presença de lâmina basal.....	23
2.3 Polaridade celular.....	24
2.4 Classificação dos epitélios.....	26
Resumo.....	34
Referências.....	35
3 Tecido conjuntivo	37
3.1 Funções do tecido conjuntivo	40
3.2 Células do tecido conjuntivo	40
3.3 Matriz extracelular	43
3.4 As fibras do tecido conjuntivo.....	44
3.5 Tipos de tecido conjuntivo.....	45
Resumo.....	48
Referências	48
4 Tecido cartilaginoso.....	49
4.1 O que é cartilagem?	51
4.2 Tipos de cartilagem	52
4.3 A cartilagem hialina.....	53
4.4 Crescimento da cartilagem.....	54
4.5 Regeneração da cartilagem.....	56
4.6 Degeração da cartilagem	56
Resumo.....	57
Referências	57

5 Tecido ósseo.....	59
5.1 Matriz óssea	61
5.2 Células ósseas.....	62
5.3 Variedades de tecido ósseo	64
5.4 Endóstio e perióstio.....	68
Resumo.....	70
Referências	70
6 Tecido nervoso	73
6.1 Como se caracteriza o tecido nervoso.....	75
6.2 Neurônios.....	75
6.3 Sinapses.....	77
6.4 Outros tipos celulares no sistema nervoso central.....	78
6.5 Mielina	80
6.6 Substâncias branca e cinzenta	80
6.7 Meninges.....	81
6.8 Plexo coróide.....	81
6.9 Barreira hematoencefálica	82
6.10 Sistema nervoso periférico.....	82
Resumo.....	84
Referências	84
7 Tecido muscular.....	85
7.1 Tipos de tecido muscular	88
7.2 Crise asmática.....	92
Resumo.....	93
Referências	93
8 Sangue	95
8.1 Como se caracteriza o sangue.....	97
8.2 Funções do sangue.....	98
8.3 Hemácias (ou glóbulos vermelhos ou eritrócitos).....	98
8.4 Leucócitos (ou glóbulos brancos).....	99
8.5 Plaquetas.....	104
Resumo.....	105
Referências	105

9 Sistema circulatório	107
9.1 Sistema cardiovascular	109
9.2 Sistema vascular linfático	116
Resumo.....	117
Referências	117
10 Órgãos linfóides	119
10.1 Timo.....	121
10.2 Linfonodos.....	123
10.3 Baço	125
10.4 Tonsilas	127
Resumo.....	128
Referências	128
11 Sistema digestório: tubo digestório	129
11.1 A língua	131
11.2 Estrutura geral do tubo digestório.....	132
11.3 Inervação do trato digestório.....	136
11.4 Estômago.....	137
11.5 Intestino delgado	139
11.6 Intestino grosso	143
Resumo.....	144
Referências	145
12 Glândulas anexas do tubo digestório.....	147
12.1 Glândulas salivares	149
12.2 Pâncreas	150
12.3 Fígado	152
12.4 Vesícula biliar.....	157
Resumo.....	158
Referências	158
13 Glândulas Endócrinas.....	161
13.1 A hipófise e suas divisões	164
13.2 Tireóide.....	168
13.3 Glândula supra-renal ou adrenal.....	170

13.4 Pâncreas endócrino	174
Resumo.....	176
Referências	177

14 Sistema reprodutor masculino 179

14.1 Testículos	182
14.2 Túbulos seminíferos.....	183
14.3 A espermatogênese.....	184
14.4 Células de Sertoli	186
14.5 Células intersticiais (de Leydig)	187
14.6 Epidídimo	188
14.7 Glândulas acessórias.....	189
Resumo.....	192
Referências	192

15 Sistema reprodutor feminino 195

15.1 Ovários	198
15.2 Tuba uterina.....	205
15.3 Útero.....	207
Resumo.....	210
Referências	211

16 Sistema urinário 213

16.1 Rins.....	215
16.2 Vascularização renal	224
16.3 Bexiga	225
Resumo.....	226
Referências	226

Apresentação

A Histologia é a disciplina que estuda os tecidos e seus arranjos na formação dos diversos órgãos que compõem o corpo humano. Existem aproximadamente 200 tipos de células, arranjadas e dispostas em **quatro tecidos básicos** que são: **tecido epitelial, tecido conjuntivo, tecido muscular e tecido nervoso.**

Esses **tecidos** básicos **reunidos** em disposições peculiares **formando os órgãos**, que executam as várias atividades para o funcionamento do corpo, como por exemplo: a circulação sanguínea, a filtração do sangue resultando na formação da urina, a digestão dos alimentos, os movimentos corpóreos, etc.

Neste livro vocês terão a oportunidade de saber como o organismo é formado microscopicamente. Primeiramente estudaremos como são compostos os tecidos, quem são eles, como estão formados e como suas células estão arranjadas. Na segunda parte, veremos o arranjo desses mesmos tecidos na formação dos órgãos.

Nosso enfoque será o aspecto estrutural microscópico dos tecidos histológicos e dos órgãos.

Nosso instrumento de trabalho para o estudo da histologia é o microscópio de luz. As unidades de medida aqui utilizadas são: o micrômetro, representado por " μm " (1 μm é igual a 0,001 milímetro) e o nanômetro representado por " nm " (1 nm é igual a 0,001 micrômetro).

Você sabia que o limite de resolução do microscópio de luz é de 0,2 μm .

Mas o que isso significa?

Limite de resolução é a menor distância entre dois pontos para que apareçam separados e possam ser observados individualizados. Isto é, qualquer

distância entre dois pontos inferior a essa distância mínima de $0,2 \mu\text{m}$, vai aparecer como um ponto só. **Quanto mais detalhes tivermos** da imagem e quanto mais pontos individualizados pudermos observar, **mais nítida será a imagem formada**. Pouco adianta uma imagem ampliada sem limite de resolução, pois a imagem formada não será nítida. Os microscópios de brinquedo ampliam a imagem até 400 vezes, mas não apresentam qualidade suficiente para fornecer detalhes dessa imagem. Precisamos de microscópios de luz com boa resolução para estudar os tecidos que formam os diversos órgãos do corpo.

A histologia tem relação direta com a disciplina de anatomia, que trata do arranjo estrutural macroscópico dos órgãos, com a biologia celular que estuda o aspecto ultraestrutural dos vários tipos celulares e com a fisiologia, que estuda o aspecto funcional dos órgãos e tecidos, que veremos ao longo desse livro.

No decorrer dos capítulos, **ao longo do texto**, destacamos **em negrito as estruturas mais importantes** e, ao final de cada capítulo, encontra-se um resumo.

Esperamos que esse livro forneça a você, suporte para o conhecimento da organização dos tecidos e órgãos microscopicamente arranjados.

Viviane Mara Woehl

Oraide Maria Woehl

Métodos e técnicas de estudo em histologia

Nesse capítulo estudaremos os principais eventos do preparo de material biológico permanente, para observação na microscopia de luz. Ao longo do curso observaremos o resultado desses processos histológicos de confecção de lâminas, ao examinarmos as imagens dos tecidos.

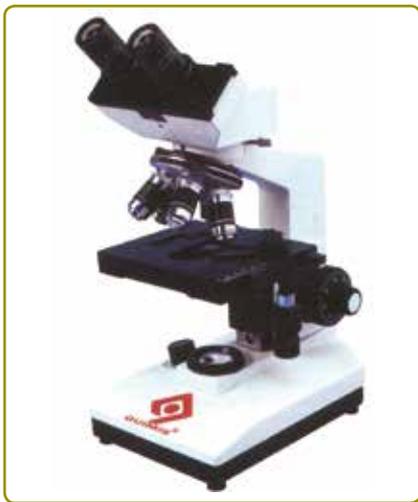


Figura 1.1 – (A) O microscópio de luz. (Mini catálogo Quimis, 22 ed., 2004, p. 131)



Figura 1.1 – (B) Microscópio eletrônico de transmissão (disponível em http://creationwiki.org/pt/Microsc%C3%B3pio_eletr%C3%B4nico Acessado em 13 Dez 2016)

A histologia é o ramo da morfologia que estuda os tecidos histológicos e suas interações em órgãos. Para esse estudo, o material deve ser preparado por meio de técnicas especiais, a fim de ser observado no microscópio de luz ou, também chamado de microscópio óptico (Figura 1.1 A).

Desde que foram iniciados os estudos em microscopia, várias técnicas foram desenvolvidas para preparar os tecidos para serem estudados na microscopia de luz, de modo que eles mantenham uma organização muito próxima do tecido vivo. Com o avanço das pesquisas foram desenvolvidos equipamentos cada vez mais sofisticados, que permitem um aumento maior com melhor resolução, permitindo a visualização de estruturas muito pequenas e em detalhes, o que foi um avanço para as ciências morfológicas. Do microscópio de luz (óptico) ao contraste de fase, até a microscopia eletrônica de transmissão (Figura 1.1 B) e microscopia eletrônica de varredura, muitos aspectos antes desconhecidos dos tecidos do organismo passaram a ser detalhados, permitindo um maior entendimento sobre a função de várias estruturas, órgãos e sistemas, geralmente estudadas em maiores detalhes na Biologia Celular, Bioquímica e na Fisiologia. Nosso objetivo aqui, no entanto, se concentra em descrever técnicas de microscopia de luz, para estudar a histologia de rotina. As técnicas mais empregadas são: esfregaço (utilizado para o preparo de lâminas de sangue), esmagamento (lâminas de raiz de cebola), técnicas de congelamento e corte em parafina, onde o preparado é chamado permanente. O método para confecções de lâminas permanentes é o mais empregado e será descrito a seguir.

1.1 Preparado permanente para a microscopia de luz

O objetivo do preparado permanente é tornar possível a observação dos tecidos, no microscópio de luz e, torná-los inalterados ao longo do tempo. Entretanto, somente objetos transparentes podem ser observados, pois deixam passar luz através deles. Órgãos espessos devem ser cortados em fatias muito finas (microtomia), de modo a permitir que a luz possa atravessar o material, permitindo sua visualização, que fica acentuada com o uso de corantes específicos, dependendo do que se queira realçar. Para o estudo, é preciso que a organização do material de análise corresponda ao que era o tecido quando vivo. Para manter essa aparência então, esses órgãos devem ser fixados. Para a realização de cortes muito finos fica mais fácil se o material estiver firme, endurecido a ponto de permitir cortes, sem se desfazer. Obtêm-se isso por meio da inclusão do material em parafina ou resinas específicas para este fim. Mas, a inclusão em parafina só é possível se for feita em tecidos livres de água em seu interior, pois, parafina não mistura com água. Portanto, após a fixação, o material deve passar por um processo de desidratação de maneira lenta e gradual, para não provocar danos à organização das células.

As etapas envolvidas são, nesta ordem: fixação, desidratação, inclusão, microtomia, coloração e montagem das lâminas permanentes, garantindo que o material permaneça inalterado por muito tempo. A seguir veremos com mais detalhes cada uma dessas etapas.

1.1.1 Fixação

A fixação tem por objetivo insolubilizar as proteínas dos tecidos, evitando a autólise dos tecidos por enzimas e decomposição por bactérias, após a morte das células. Para preservar ao máximo todas as estruturas, é importante que o material biológico do órgão a ser analisado, seja fixado imediatamente após a sua retirada do organismo.

Os fixadores podem ser de duas naturezas, químicos ou físicos. Como exemplo deste último, temos o calor, mais utilizado nas fixações de esfregaços na área de microbiologia. Outro exemplo de

fixação física é o congelamento, onde o tecido fresco (não fixado) é rapidamente congelado a -150°C ou a -170°C pela imersão em nitrogênio líquido. Tal método de fixação é rápido e forma ao mesmo tempo uma massa sólida endurecida, que permite cortes muito finos, em um aparelho chamado criostato. Geralmente esse método é empregado para preservar enzimas e lipídios solúveis, em estudos científicos. É um método muito bom porque, ao mesmo tempo, faz-se a fixação e obtém-se material congelado e endurecido, pronto para o corte, em apenas alguns minutos. Tal método é muito utilizado em hospitais, quando se necessita de um diagnóstico rápido em material patológico durante cirurgias.

Na fixação química, o material biológico é mergulhado em agentes químicos que não somente retardam as alterações do tecido após a morte, como também mantêm sua estrutura sem muitas alterações. Embora não seja tão rápido quanto o método por congelamento, o método de fixação química é bastante prático – e mais barato, quando se faz lâminas permanentes em grande quantidade. Os agentes fixadores mais utilizados em microscopia de luz são: o formol a 10%, o líquido de Bouin (mistura de ácido pícrico, ácido acético e ácido fórmico ou formol) e, o formaldeído a 4% em solução tamponada, sendo esse um dos melhores fixadores para trabalhos de rotina na microscopia de luz.

1.1.2 Desidratação

Os tecidos em geral têm em sua composição um grande teor de água. A desidratação retira essa água e deve ser feita gradativamente para não danificar o arranjo do tecido. Os meios de inclusão devem infiltrar os tecidos e, para isso, toda a água deve ser retirada, pois não misturam com as substâncias utilizadas para fazer a inclusão, como a parafina e as resinas em geral. A desidratação é feita com uma série de concentrações crescentes de álcoois que iniciam em 50% (50% de água e 50% de álcool) até chegar a 100% (álcool absoluto) a fim de remover toda a água do tecido.

Em seguida os tecidos são submetidos a um banho de xileno (comumente conhecido como xilol) para clarear o tecido e prepará-lo para a inclusão. Esse procedimento é conhecido como diafanização ou clareamento.

1.1.3 Inclusão

O meio de inclusão normalmente utilizado é a parafina purificada, mas há outros meios de inclusão, chamados resinas sintéticas. O objetivo final da inclusão é tornar o tecido resistente ao fio da navalha para que se possa cortar o tecido em fatias bem finas. A tarefa se torna mais fácil quando o tecido está endurecido (Imagine cortar um queijo à temperatura ambiente de 30°C e outro que acabou de sair da geladeira, quanto mais endurecido o queijo, mais fácil de cortar). Consegue-se isso embebendo o tecido em parafina líquida (na estufa a 60°C) que penetra no tecido. Após esse procedimento, posicionado o tecido dentro de forminhas específicas e colocadas para resfriar, o bloco de parafina que se forma após o resfriamento está duro o suficiente para ser cortado em micrótomo.

Entre as resinas sintéticas, as mais usadas são: (1) resina acrílica, que ao polimerizar, oferece maior resistência e maior sustentação ao tecido, permitindo cortes muito mais delgados (cortes com 3 μm de espessura) e com melhor resolução ao microscópio óptico, se comparada à parafina (cortes com 5 μm de espessura). (2) resina epóxi, um meio de inclusão mais duro para o material biológico que permite cortes histológicos na medida de 0,5 a 1 μm , o que permite também o preparo para microscopia eletrônica, se fixado adequadamente para tal.

1.1.4 Cortes em microtomia para microscopia de luz

Tratando-se do método mais comum de inclusão, a parafina, podemos resumir: depois de todas as etapas já descritas, os blocos de parafina contendo o material são cortados, numa espessura que varia entre 3 a 6 μm . Cortes finos formam uma imagem nítida, que permite visualizar detalhes, ou seja, cortes com boa resolução. Essa espessura de corte só é possível num aparelho de laboratório chamado de micrótomo (Figura 1.2), ao qual é acoplada uma navalha (geralmente de aço) bastante afiada.

O micrótomo é semelhante ao cortador de queijo das padarias (que permite cortar um queijo



Figura 1.2 - Micrótomo para cortar parafina. (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 3)

inteiro com a mesma espessura nas fatias), onde podemos ajustar a espessura dos cortes, mais grossos ou mais finos, permitindo cortar todo o bloco de parafina (ou resina) contendo o material incluído, sem que haja variações na espessura. Após os cortes o material incluído em parafina é depositado delicadamente na água quente (cerca de 60°C) para distender e, com ajuda de um fio de pincel, “pescado” numa lâmina de vidro, própria para microscopia óptica.

1.1.5 Coloração

Há vários outros corantes, ácidos e básicos, que podem ser utilizados na microscopia de luz, para os casos específicos em que se quer destacar este ou aquele componente tecidual. Por exemplo, quando queremos evidenciar o tecido conjuntivo, utilizamos o corante Tricrômico de Mallory, e as fibras colágenas presentes no tecido em questão, coram-se de azul. (Figura 1.3)

O material biológico é transparente e incolor. A ausência de cor dificulta a visualização dos tecidos no microscópio, daí a necessidade de corá-los. Os corantes podem ser agrupados em dois grandes grupos: (1) **corantes básicos** que **coram** os componentes **ácidos** da célula, por exemplo **Hematoxilina** e, **corantes ácidos** que **coram** os componentes **básicos** da célula, por exemplo **Eosina**. Esses dois corantes fazem parte da coloração de rotina em histologia: a Hematoxilina-Eosina ou simplesmente **H.E.** A Hematoxilina (corante básico) cora os núcleos das células em nuances de azul e, a Eosina (corante ácido) cora o citoplasma em nuances de rosa. Dentro das células temos: no **núcleo**, o DNA (ácido desoxirribonucleico) que como o nome já diz, é uma estrutura ácida e, o **citoplasma**, que possui natureza química básica pelos componentes em seu interior.

Os componentes que se coram com corantes básicos são chamados basófilos, sendo chamados de acidófilos os que se ligam a corantes ácidos. A coloração cria um contraste entre as estruturas celulares e podemos reconhecer nitidamente o núcleo e o citoplasma de todas as células que compõem os tecidos.

Os livros de histologia, em geral, trazem as técnicas de coloração utilizadas rotineiramente, como a Hematoxilina Eosina (H.E.) (Figura 1.4). Outros trazem técnicas de procedimentos de coloração mais específicos. Veja no quadro 1.1, algumas colorações especiais e o resultado nas imagens.

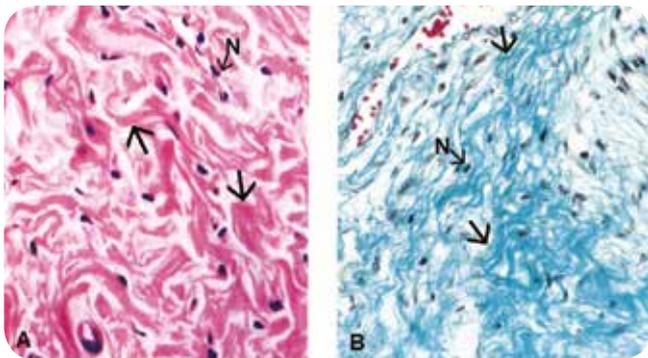


Figura 1.3 - As duas Figuras mostram fibras colágenas coradas por dois métodos histológicos comuns: Em preparados corados por H.E. o colágeno sendo eosinófilo, cora-se em rosa (Figura A – Setas); Com a coloração tricrômica o colágeno cora-se de azul (Figura B – Setas); Núcleo das células do conjuntivo (N). (Adaptado de Burkitt, 1994, p.67)

Quadro 1.1 – Comparação entre as colorações mais usadas na histologia

Corante	Uso
Hematoxilina e Eosina (H.E)	A combinação dos dois corantes é a mais utilizada nas técnicas de rotina em histologia. O núcleo das células se cora em púrpura/ negro, dependendo da espessura do corte, enquanto que o citoplasma e seus componentes se coram em tons de rosa a vermelho, tonalidades que também variam de acordo com a espessura do corte e da formulação dos corantes, mais ou menos concentrada (Figura 1.4).
Método de Van Gieson	Método muito utilizado para corar o colágeno, que se evidencia em tons róseos ou avermelhados. Com o Van Gieson o músculo se cora em amarelo. Quando usado em conjunto com outro corante para evidenciar fibras elásticas, estas aparecem em castanho escuro. Bom corante para vasos sanguíneos.
Métodos Tricrômicos	Uso de três corantes ao mesmo tempo, capaz de evidenciar várias estruturas ao mesmo tempo. Geralmente é utilizado em demonstrações de componentes celulares, osteoides e mineralizados de osso não descalcificado. Para material incluído em resina acrílica.
Métodos Argênticos	As formulações com nitrato de prata propiciam um depósito escuro de prata metálica, reduzida quimicamente a partir do nitrato de prata, evidenciando muitas estruturas, especialmente as fibras de reticulina. Muito utilizado em tecido nervoso (Figura 1.5).
Ácido Periódico de Schiff – P.A.S. (reativo de Schiff)	Trata-se de um método histoquímico com muitas aplicações, particularmente na demonstração de carboidratos, tais como glicogênio ou glicoproteínas. A coloração se apresenta em forte magenta, dependendo da quantidade do material a ser evidenciado, presente na lâmina. Bom para evidenciar membranas basais. O epitélio do estômago corado com reativo de Schiff aparece fortemente corado, ou como se chama, fortemente P.A.S positivo.
Azul de Toluidina	Especialmente usado para células e fibras de material incluído em resina epóxi, em cortes ultrafinos. É um dos poucos corantes capaz de penetrar na resina epóxi, mais densa que os outros meios de inclusão. Com esta técnica podem ser evidenciadas estruturas celulares com precisão, em tons de azul, aproximando-se da aparência de uma elétron-micrografia (Figura 1.6).
Azul de Alcian	Usado especialmente para evidenciar muco ácido secretado por algumas células epiteliais. Pode ser combinado ao P.A.S., sendo então, capaz de distinguir muco epitelial ácido de muco neutro. Usado para detectar presença de glicosaminoglicanas da matriz extracelular em células de sustentação (Figura 1.7).

May-Grünwald-Giemsa	Usado especialmente nas células sanguíneas e medula óssea em preparações por esfregaço. Eritrócitos e leucócitos são evidenciados com esta técnica.
Métodos para evidênciação de mielina	Podem ser usadas várias técnicas de coloração para demonstrar a presença de mielina. O corante solocrômico cianina geralmente é usado para cortes de material incluso em parafina. Outros métodos ainda, usam a hematoxilina modificada ou tetróxido de ósmio (que é comumente usado para microscopia eletrônica de transmissão).

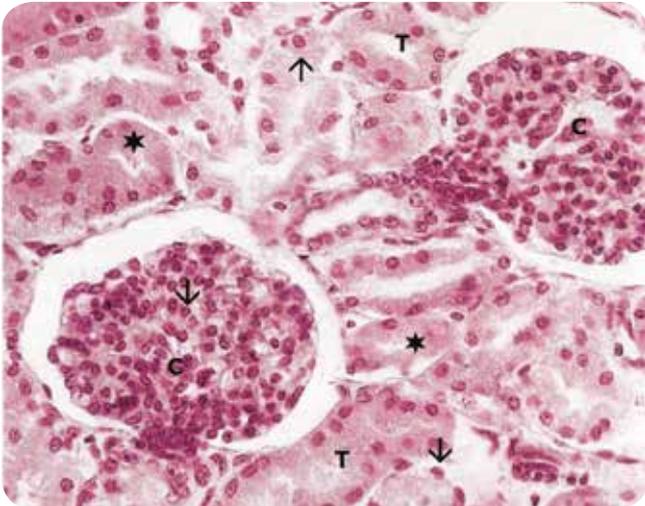


Figura 1.4 - Foto micrografia de microscopia de luz, corados com H.E.: corpúsculos renais (C) rodeados por cortes transversais de túbulos renais (T). Coloração: H.E. Note o citoplasma celular (*) rosado e os núcleos (setas) com uma coloração mais intensa. (Adaptado de Gartner, 2007, p. 447)

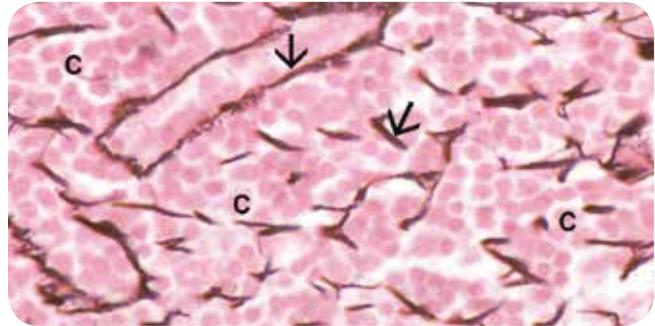


Figura 1.5 - Nesta micrografia as Fibras Reticulares aparecem como linhas negras delgadas (setas) com células coradas em vermelho ao fundo (C). (Adaptado de Stevens; Lowe, 2001, p. 51)

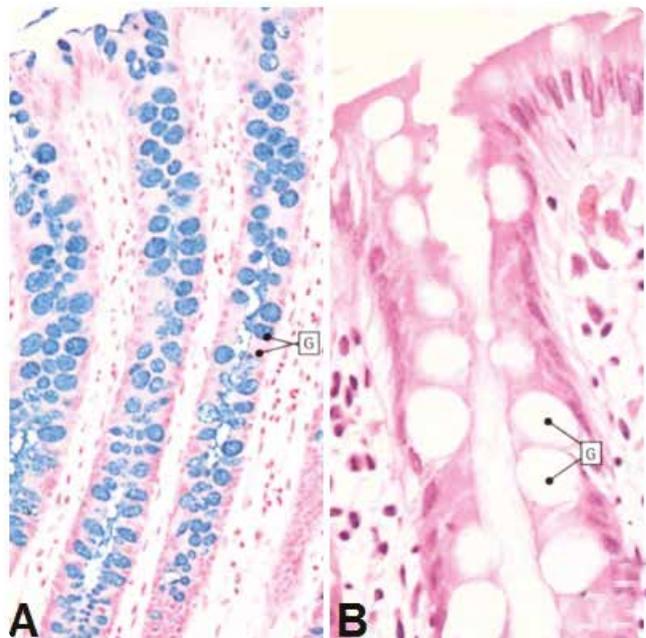


Figura 1.7 - Micrografia mostrando a mucosa do intestino grosso. As células mucosas - células caliciformes mucossecretoras (G), na Figura A coradas em azul (pelo azul de Alcian) e na Figura B com coloração negativa, em branco pela coloração com H.E. (Stevens; Lowe, 2001, p. 208)

As técnicas de histoquímica e citoquímica são utilizadas para evidenciar a localização de substâncias específicas no tecido analisado. Sua base está na reação química específica, que acontece no tecido, ou na interação macromolecular de alta afinidade, gerando compostos corados, insolúveis ou eletrondensos que indicam a localização de substâncias específicas (tais como, íons ferro e fosfato, glicoproteínas, etc - destaque) nos cortes para microscopia de luz, ou para a microscopia eletrônica.

Por meios das técnicas histoquímicas podem ser evidenciadas substâncias como lipídios, ácidos nucleicos, RNA, polissacarídeos (glicosaminoglicanas), enzimas, fosfatase ácida, desidrogenases, peroxidases.

Existe ainda uma técnica combinada chamada de imuno-histoquímica (Figura 1.8), que consiste na utilização de anticorpos específicos para evidenciar determinadas estruturas por meio de localização de proteínas específicas.

1.1.6 Montagem das lâminas permanentes

As lâminas agora recebem uma proteção em cima do material fixado, desidratado, incluído e corado. As etapas anteriores nos mostram todo um cuidado na elaboração do material. Uma lâmina histológica bem montada pode durar anos. Para isso, cola-se sobre o corte, com auxílio de um meio de montagem, uma lamínula (lâmina de vidro extremamente fina), para proteger o material. Quando secar, o que leva algumas horas, a lâmina permanente estará pronta para ser observada ao microscópio de luz.

1.2 Interpretação de ângulos de corte

Uma das primeiras habilidades necessárias na histologia é interpretar como um corte em duas dimensões, seria visto em três dimensões. Para entender a disposição de arranjos teciduais,

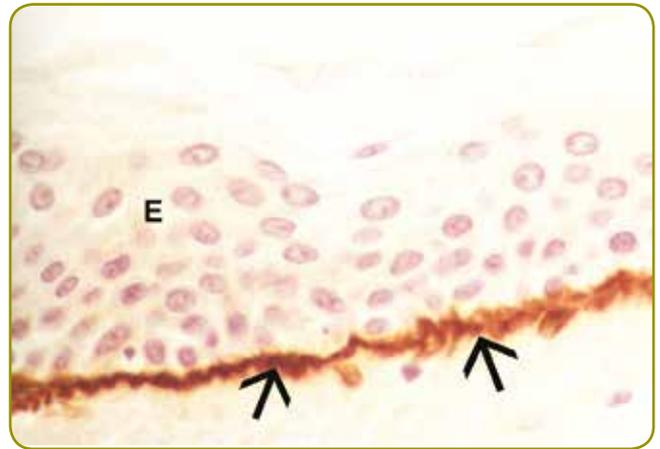


Figura 1.8 - Membrana Basal do epitélio (E) onde o colágeno do tipo IV (seta) foi marcado por método imuno-histoquímico (setas). (Adaptado de Stevens; Lowe, 2001, p. 55)

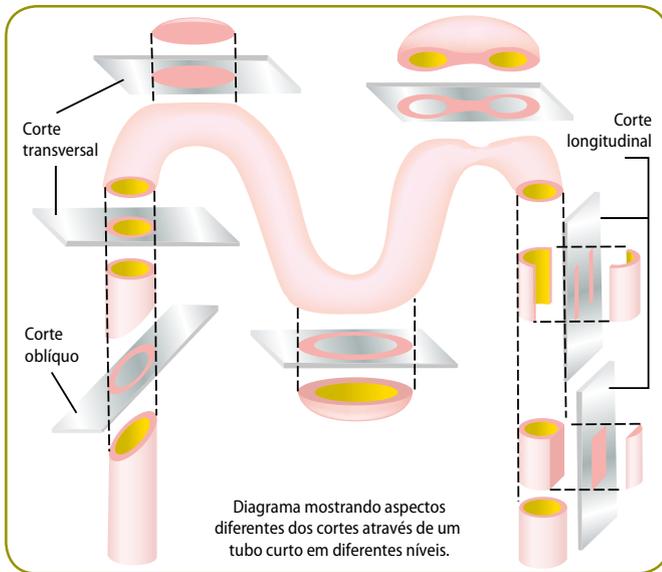


Figura 1.9 – Nesta Figura, podemos observar um tubo curvo cortado em vários planos, que mostra a relação entre uma série de cortes bidimensionais e a estrutura tridimensional. O retângulo de cor azul/ acinzentada representa a lâmina de vidro e, o material rosado representa o material biológico cortado. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 4)

imagine uma mangueira de jardim e em seguida cortes finos dessa mangueira. Você verá que nenhum dos cortes em duas dimensões representa a imagem tridimensional. Contudo, observando todos os cortes desenhados do tubo encurvado, você pode reconstruir mentalmente a imagem correta. Observe a Figura 1.9.

Resumo

Para a observação ao microscópio de luz, **o material biológico deve ser preparado** por técnicas especiais. A primeira providência no preparo do material é a sua **fixação**, que pode ser um processo físico (calor, congelamento) ou por processo químico. Depois disso, o material precisa ser **desidratado** em série crescente de álcoois para permitir a **inclusão**. Inclui-se, para poder cortar. Órgãos espessos devem ser **cortados** em fatias muito finas para permitir a passagem da luz do microscópio. Os cortes obtidos em micrótomo são corados com corantes ácidos e básicos e, montados com lamínula. Obtém-se assim, uma lâmina permanente pronta para ser analisada no microscópio de luz.

Os principais ângulos de corte são: longitudinal, transversal e oblíquo.

Referências

BURKITT, H. George; WHEATER, Paul R.; YOUNG, Barbara; HEATH, John W. **Histologia funcional**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, c1994. 409p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de histologia em cores**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 426p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de histologia em cores**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 576p.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 33+427p.

STEVENS, Alan; LOWE, James. **Histologia humana**. 2. ed. São Paulo: Editora Manole Ltda, c2002. 408p

<http://creationwiki.org/pt/Microsc%C3%B3pioeletr%C3%B4nico>
(acessado em 13/12/2016)

Tecido epitelial

Neste capítulo estudaremos como são e como estão organizados os epitélios, que revestem as várias cavidades e superfícies do corpo. Também conheceremos as classificações dos epitélios quanto à forma e função que desempenham no organismo.

O tecido epitelial é o primeiro que aparece na superfície do corpo, por exemplo, e delimita o meio externo do interior do organismo.

A pele que reveste nosso corpo é formada por um tecido epitelial especializado para suportar atrito. Desde a pele mais fina, até a mais espessa, ambas, estão recobertas por uma camada superficial de células mortas, denominada **queratina**. Sim, nosso corpo está recoberto por uma camada de células mortas, que descamaram da camada viva do epitélio, e formam uma camada extra de proteção. Quanto mais atrito sofrer uma determinada área da pele, mais espessa a queratina se torna, no intuito de proteger a camada mais interna de células epiteliais vivas. Veja, como exemplo a pele que reveste a planta dos pés e palma das mãos, quanto mais atrito a área sofrer, mais espessa se torna a camada de queratina, formando o que chamamos de pele grossa. Compare a parte interna do braço, como sofre pouco atrito, a pele geralmente é bem fina, ou seja, a camada de queratina é fina e deixa a pele macia.

De um modo geral, temos muitos tipos de epitélios, especializados em fazer barreira e delimitar compartimentos, sendo chamados de **tecidos epiteliais de revestimento**. As células desse tecido especializado em revestir compartimentos ou superfícies livres, apresentam-se dispostas lado a lado, muito juntas (ou justapostas), de maneira a não permitir entrada ou saída de substâncias por entre elas.

Há um segundo tipo de tecido epitelial, que não faz exatamente delimitação, mas especializou-se em fazer secreção. Seu arranjo morfológico mudou, em vez de apresentar células lado a lado

e justapostas, como o epitelial de revestimento, formam arranjos de pequenos agrupamentos de células, mergulhados no interior do tecido conjuntivo, formando o **tecido epitelial glandular**, especializado, não mais em revestimento, mas em secreção. Há dois tipos de glândulas: **as endócrinas**, onde o conjunto de células é ricamente vascularizado (riqueza de capilares sanguíneos), como por exemplo, as glândula adrenal ou supra-renal, e as **exócrinas**, onde o conjunto de células secretoras está conectado a um canal de escoamento da secreção em questão, como por exemplo, as glândulas salivares.

Ao longo desse capítulo, vamos conhecer um pouco mais dos detalhes, desse dinâmico tecido chamado epitelial.

2.1 Características do epitélio de revestimento

O tecido epitelial, como já vimos, é dividido em: epitelial de revestimento e epitelial glandular. Primeiramente, estudaremos as características do epitélio de revestimento e, em seguida, o glandular.

Onde estão os epitélios de revestimento?

Os epitélios constituem um grupo diverso de tecidos que, com raras exceções, recobrem ou **revestem** todas as **superfícies do corpo, cavidades e tubos**. Os epitélios delimitam os diferentes compartimentos biológicos.

Quais são suas funções?

Os epitélios **desempenham** uma grande variedade de **atividades como difusão seletiva** (transporte através da célula), **absorção** e/ou **secreção** e **proteção** física contra abrasão e lesão. Todas essas importantes funções podem ser desempenhadas por um único epitélio de superfície. Por exemplo, as células epiteliais que revestem o estômago, além de fazer o revestimento de toda a cavidade do órgão, também secretam muco para proteção da parede gástrica.

O tecido epitelial forma folhetos contínuos, constituídos por uma ou mais camadas de células (Figuras 2.1 e 2.2).

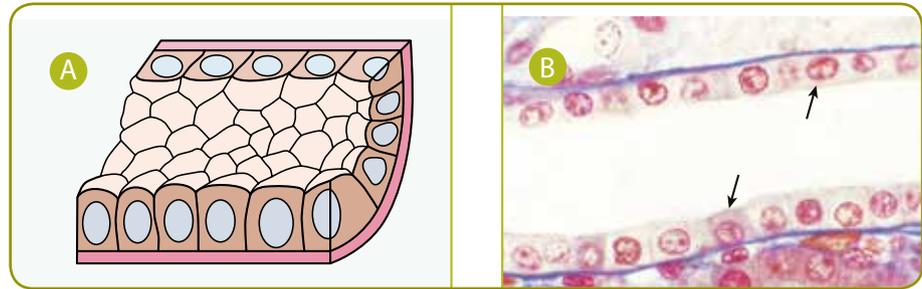


Figura 2.1 - Epitélio cúbico simples: (A) Esquema do epitélio simples; (B) Fotomicrografia do epitélio simples. As setas apontam células epiteliais de revestimento. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 78)

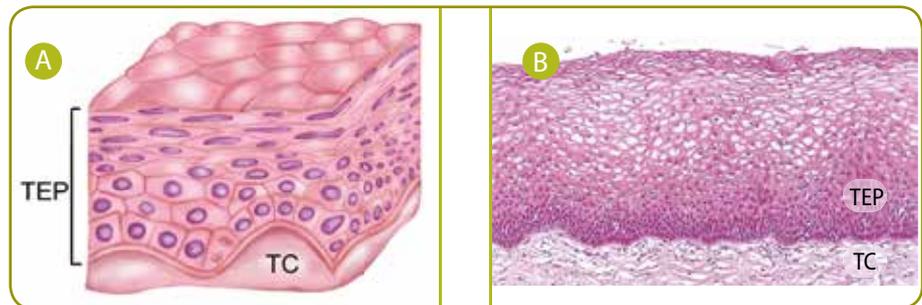


Figura 2.2 - Epitélio estratificado pavimentoso: (A) Esquema do epitélio estratificado; (B) Fotomicrografia do epitélio estratificado pavimentoso [TEP]; tecido conjuntivo [TC]. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 80)

Como estão arranjadas as células de um tecido epitelial cuja principal função é revestir?

No papel de delimitar compartimentos, o tecido epitelial apresenta suas **células justapostas**, sendo encontradas, entre elas, uma **diminuta quantidade de material intercelular**, representada pelo glicocálice. As células epiteliais estão intimamente ligadas entre si por várias especializações da membrana denominadas **junções celulares** ou especializações adesivas, que proporcionam resistência física e comunicação entre as células. São elas, divididas em funções:

1. Junções de adesão (zona de adesão, desmossomos e hemidesmossomos).
2. Junções impermeáveis (zona de oclusão) e;
3. Junções de comunicação (junções comunicantes ou tipo gap ou nexus).

2.2 Presença de lâmina basal

Todos os epitélios são delimitados por uma **lâmina basal** (Figuras 2.3 A e B) de espessura variável que fornece suporte estrutural e também faz a ligação do epitélio ao tecido de sustentação subjacente, o tecido conjuntivo. Os epitélios são desprovidos de vasos sanguíneos e, portanto, a lâmina basal deve permitir a difusão do oxigênio, metabólitos e outras moléculas, provenientes do tecido conjuntivo, rico em vasos, para que as células possam ser mantidas. Essa justaposição com o tecido conjuntivo e a permeabilidade da lâmina basal, são de grande importância para a sobrevivência do tecido epitelial.

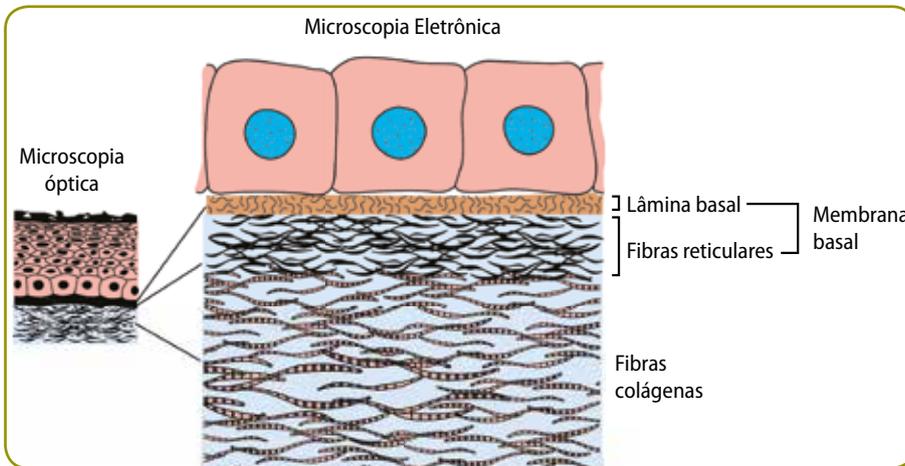


Figura 2.3 (A) - Desenho esquemático representando a lâmina basal e a membrana basal. No desenho menor (à esquerda) a membrana basal (representada pela linha escura) vista ao microscópio de luz após coloração com os corantes especiais. A Figura maior (à direita) esquema visto ao microscópio eletrônico. (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 52)

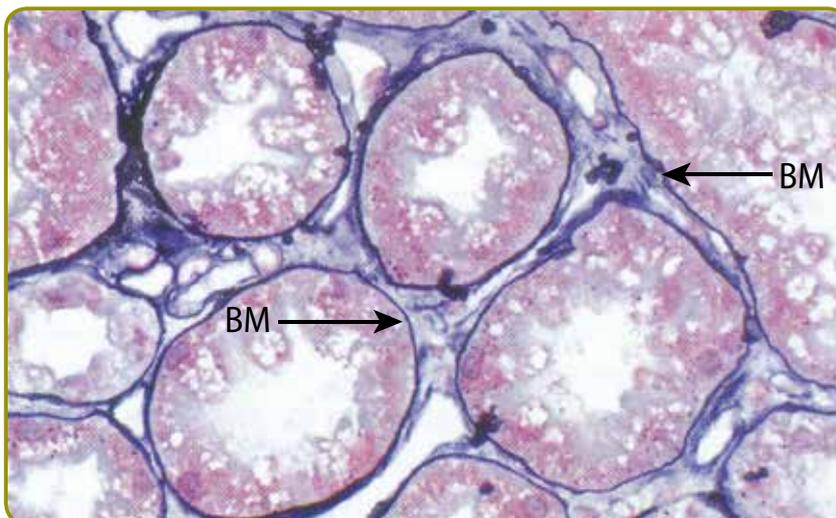


Figura 2.3 (B) – A Figura mostra um corte de epitélio que reveste túbulos, corado pela prata, evidenciando a membrana basal (BM), que aparece como uma linha escura, indicada pelas setas. Notem que ela está localizada na região em contato com o tecido conjuntivo, pois geralmente as células epiteliais são polarizadas. Essa imagem de microscopia de luz só foi possível pelo fato do corante corar a membrana basal e não somente a lâmina basal. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 64).

A **lâmina basal** está **envolvida no controle do crescimento e diferenciação epitelial**, formando uma barreira impenetrável ao crescimento epitelial para baixo, em direção ao tecido conjuntivo. Essa barreira só é rompida se os epitélios sofrerem lesões ou transformação maligna.

Já que é importante, quem é a lâmina basal?

A lâmina basal será estudada neste capítulo, mas **não é exclusiva do tecido epitelial**. Ela está presente também em outros tecidos, como os musculares e nervosos.

Localizada entre o tecido epitelial e o tecido conjuntivo, uma camada muito fina, tem espessura de 20 a 100 nm (lembre, 1 nm = 0,001 micrômetro) e **só é visível ao microscópio eletrônico**. A lâmina basal é **formada** principalmente por colágeno IV, uma glicoproteína denominada **laminina** e **proteoglicanas**, sendo sintetizada pelas células epiteliais.

Em algumas regiões do organismo há, em continuação à **lâmina basal**, um **acúmulo de fibras reticulares** e complexos de proteínas e glicoproteínas, sendo que este conjunto **forma a membrana basal** (Figuras 2.3 A e B). Essa estrutura é evidenciada ao microscópio de luz, mas somente quando utilizados corantes especiais como o P.A.S (Ácido Periódico de Schiff) ou a prata, como é mostrado na Figura 2.3 B. Nas colorações de rotina, como o H.E., a membrana basal não é evidenciada.

2.3 Polaridade celular

A maioria das células apresenta polaridade celular (ápice e base celular). Assim temos:

- 1) Superfície ou **polo apical** é aquela região próxima à superfície lateral livre, que está voltada para um espaço livre, seja de uma cavidade ou de uma superfície.
- 2) Superfície ou **polo basal** é a região que está próxima à lâmina basal, que por sua vez, está próxima à região do tecido conjuntivo.

3) Superfície **lateral** é aquela região voltada para as células epiteliais adjacentes (ou vizinhas).

Certas estruturas celulares predominam num determinado local, conforme a atividade funcional da célula. Veja o exemplo da Figura 2.4, onde o produto de secreção armazenado em grânulos está situado no polo apical, enquanto que a maquinaria de síntese celular, como retículo endoplasmático rugoso, está situada no polo basal.

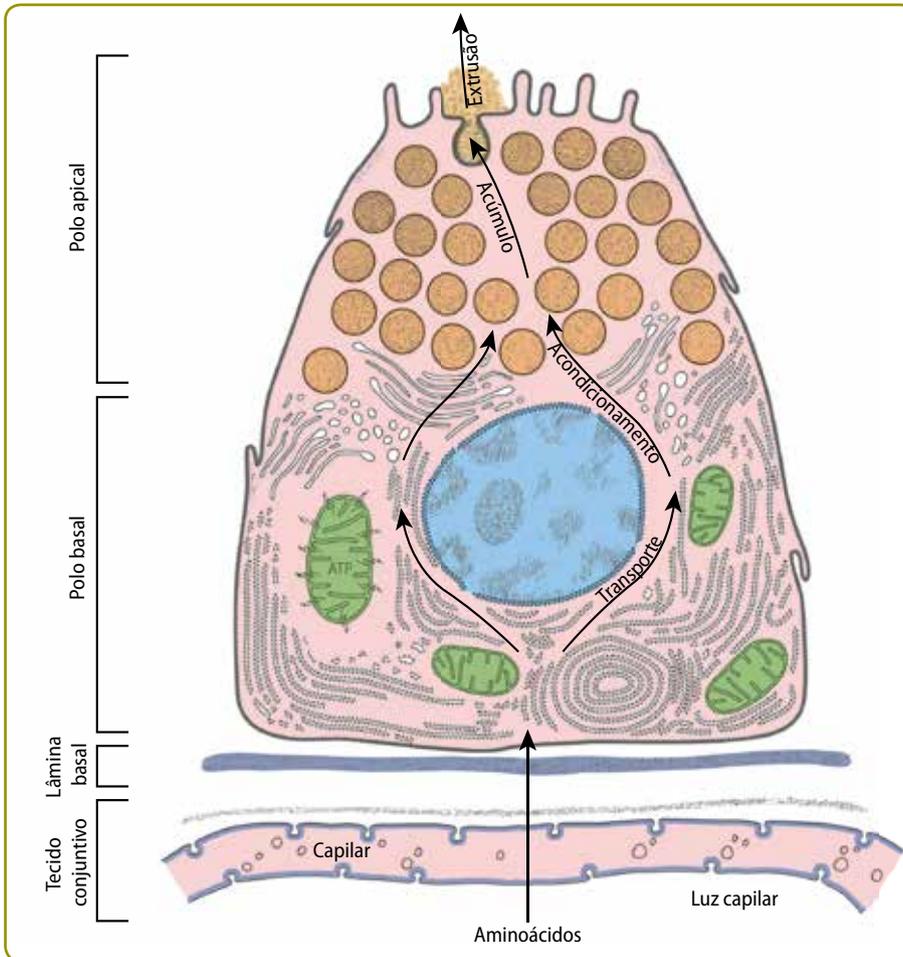


Figura 2.4 - Observar a polaridade da célula. A região basal apresenta abundante retículo endoplasmático rugoso e mitocôndrias. No polo apical encontram-se o aparelho de Golgi e grânulos de secreção que serão lançados na superfície celular livre. (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 65)

2.3.1 No polo apical temos especializações de superfície livre

As células epiteliais apresentam estruturas para aumentar a superfície de contato ou movimentar partículas. As especializações são: microvilos (Figura 2.5), cílios (Figura 2.6) e estereocílios (veja a Figura 2.19).

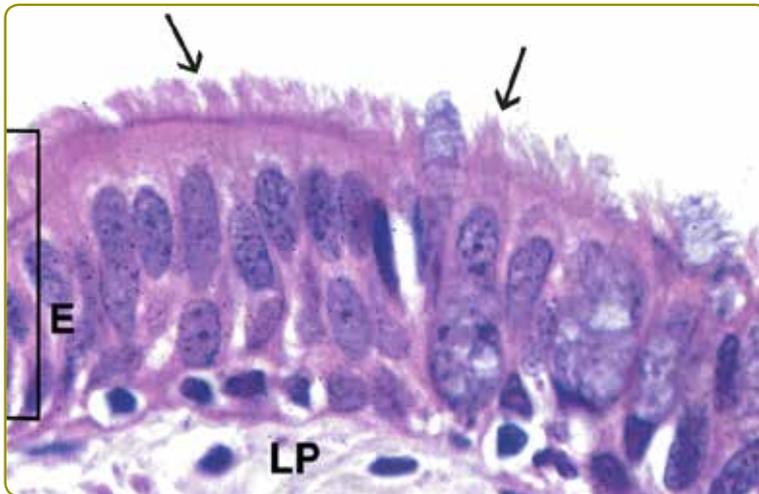


Figura 2.6 A - Epitélio da traqueia: pseudoestratificado [E]; ciliado (setas); lâmina própria [LP]. (Adaptado de BURKITT; 1994, p. 225)



Figura 2.5 - Os microvilos na microscopia de luz aparecem como orla em escova, ou borda estriada, indicada pelas setas. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 69)

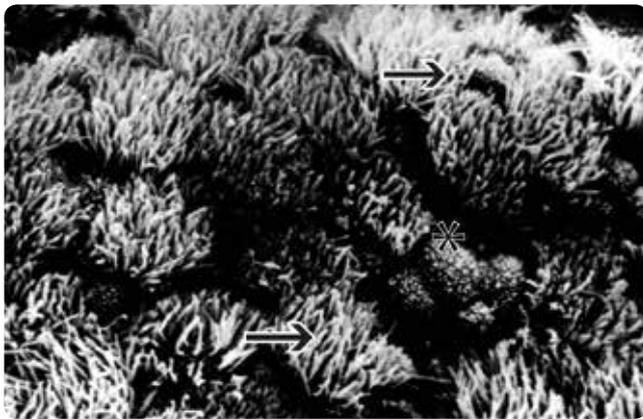


Figura 2.6 B - Micrografia de varredura mostrando os cílios [setas] na superfície das células epiteliais. O muco, produzido pelas células mucosas [*] geralmente presente na superfície, foi removido na técnica de preparo do material. (Adaptado de BURKITT; 1994, p. 225)

Os epitélios **não são todos iguais**. Eles apresentam diferentes espessuras e formas de suas células e essas diferenças têm relação com a função que desempenham e o local onde estão situados. As funções básicas dos epitélios são revestir, separar compartimentos e secretar.

Os epitélios de revestimento podem ter **uma ou mais camadas de células**.

A forma das células também pode variar.

Temos nos epitélios células com alturas bem reduzidas (baixinhas) em relação à largura, como se fossem um revestimento de ladrilhos (achatadas), chamadas **células pavimentosas**; células com a altura semelhante à largura, chamadas células **cúbicas**; e células mais altas do que largas, chamadas células **cilíndricas, colunares** ou **prismáticas**.

Na histologia, especialmente nas técnicas com microscopia de luz (em visão bidimensional), como não vemos o limite entre as células, isto é, onde começa e termina cada célula, a forma do núcleo é muito importante para nos indicar a forma da célula. O núcleo acompanha a forma e o eixo maior da célula. Sendo assim, temos um parâmetro de comparação: núcleo achatado indica a presença de células pavimentosas; núcleo redondo indica forma celular cúbica e, núcleo alongado na vertical, evidencia células cilíndricas.

2.4 Classificação dos epitélios

De acordo com a estrutura e função são classificados em:

1. **Epitélio de revestimento.**
2. **Epitélio glandular.**

2.4.1 Epitélio de revestimento

Os epitélios de **revestimento são classificados** conforme o número de camadas celulares e quanto à forma de suas células.

Quanto ao número de camadas celulares, os epitélios podem ser:

1. **Simples**; quando formados por uma única camada de células.
2. **Estratificados**; quando têm mais de uma camada de células.

Quanto à forma das células os epitélios podem ser:

1. **Pavimentoso**
2. **Cúbico**
3. **Cilíndrico (colunar ou prismático)**

Veremos agora mais detalhes de cada um dos tipos de epitélios de revestimento.

a) Epitélio cúbico simples

Geralmente reveste pequenos dutos e túbulos. Por exemplo, dutos excretores das glândulas salivares (Figura 2.7).

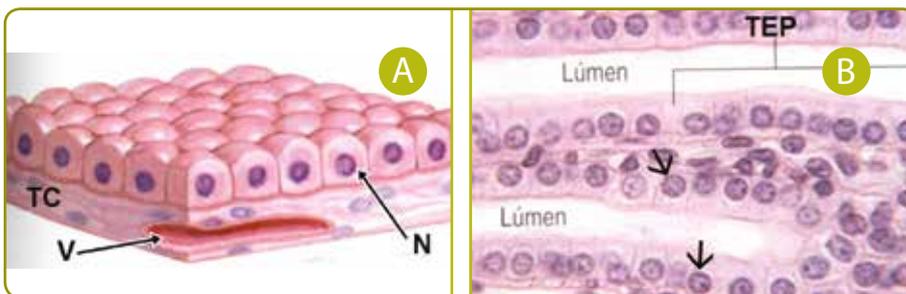


Figura 2.7 – Epitélio cúbico simples: (A) É composto por uma única camada de células cuja altura, largura e profundidade são as mesmas. Note no esquema, que elas não são exatamente cúbicas, mas a justaposição das células epiteliais acaba provocando esse formato. Os núcleos das células epiteliais (N); no tecido conjuntivo (TC) observamos um vaso sanguíneo (V). (Adaptado de Ovalle; Nahirney; Netter, 2008, p.31). (B) Tecido epitelial de revestimento (TEP); o núcleo (seta) acompanha a forma da célula e apresenta-se arredondado, com localização central. (Adaptado de Kierszenbaum; Tres, 2012, p.2)

b) Epitélio cilíndrico simples

É semelhante ao epitélio cúbico simples, porém as células são mais altas. A altura das células pode variar de cilíndrica baixa a alta, dependendo do local e/ou grau de atividade funcional, geralmente, quanto mais alta a célula, mais ativa. Os núcleos são alongados, acompanhando a forma da célula. Esse tipo de epitélio pode ser encontrado no intestino delgado e na vesícula biliar, onde desempenha a função de absorção, além de revestimento (Figura 2.8).

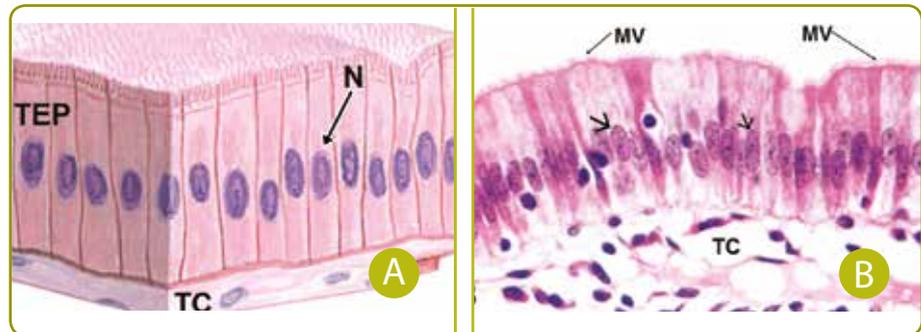


Figura 2.8 – (A) Um epitélio cilíndrico simples é composto de células cuja altura é 2-3 vezes maior que sua espessura. No tecido epitelial (TEP) notam-se os núcleos das células cilíndricas (N); o tecido conjuntivo (TC). (Adaptado de Ovalle; Nahirney; Netter, 2008, p.34). (B) Os núcleos (Setas) das células cilíndricas, apresentando formato alongado, acompanhando o eixo maior da célula; tecido conjuntivo (TC); Microvilos ou borda em escova (MV) (Adaptado de Burkitt, 1993, p.87).

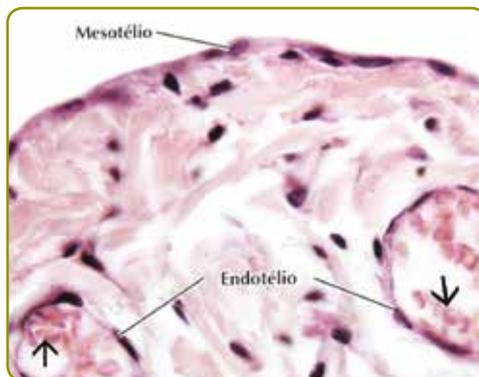


Figura 2.9 - Tecido epitelial pavimentoso fazendo revestimento dos vasos sanguíneos (endotélio) e revestindo a superfície livre dos órgãos (serosa); hemácias no interior dos vasos (setas). (Adaptado de Ovalle; Nahirney; Netter, 2008, p.31)

c) Epitélio pavimentoso simples

É formado por uma única camada de células pavimentosas (achatadas), formando um epitélio fino. Esse tipo de epitélio, quando reveste os vasos sanguíneos, é chamado de **endotélio**. Na superfície livre dos órgãos forma uma camada chamada **serosa**. Veja exemplos na Figura 2.9.

d) Epitélio pavimentoso estratificado

O epitélio pavimentoso estratificado é formado por várias camadas de células. Os nutrientes alcançam as células mais superficiais através das várias camadas celulares, por difusão, a partir dos vasos sanguíneos do tecido conjuntivo. As células mais profundas (cúbicas) em contato com a lâmina basal formam a camada conhecida como **camada basal**. Graças à atividade mitótica dessa

camada, surgem novas células epiteliais, que à medida que migram para a superfície, mudam sua forma e se tornam cada vez mais achatadas até se tornarem pavimentosas nas últimas camadas. É um típico epitélio de proteção e temos como exemplo o epitélio que reveste o esôfago, como mostra a Figura 2.10.

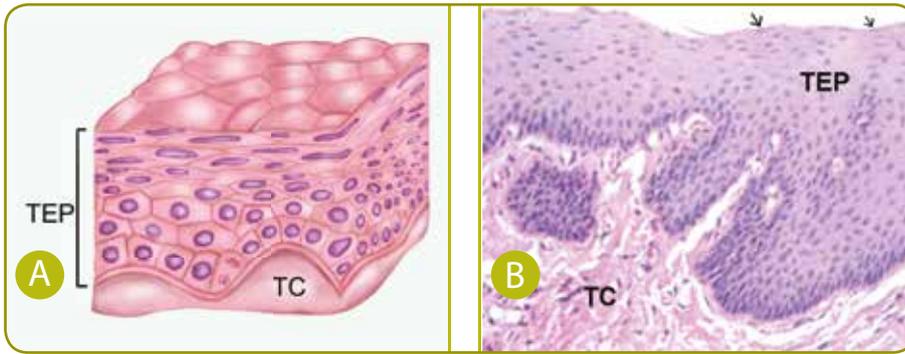


Figura 2.10 – Epitélio pavimentoso estratificado: (A) Um epitélio estratificado é composto de várias camadas celulares, de forma que as camadas mais superficiais não estão em contato com o tecido conjuntivo. (Adaptado de STEVENS; LOWE, 2002, p.34). (B) Tecido Epitelial estratificado pavimentoso (TEP); tecido conjuntivo (TC). Observe as muitas camadas de células e as células nucleadas achatadas (pavimentosas) indicadas pelas setas. (Adaptado de Kierszenbaum; Tres, 2012, p.2)

e) Epitélio pavimentoso estratificado queratinizado

Outro exemplo de epitélio pavimentoso estratificado é o encontrado na pele. Esse epitélio constitui a epiderme da pele e apresenta, além das várias camadas de células vivas, uma **camada superficial espessa, de queratina**. Essa camada é formada por células anucleadas, cujos citoplasmas foram preenchidos com uma grande quantidade de filamentos ou ceratinas, são células mortas. Portanto, a camada mais superficial da pele, a queratina, é formada pelas células que descamam da epiderme, num processo natural de renovação celular. Esta camada fortemente queratinizada é denominada camada córnea. A presença da camada de queratina protege os tecidos e as células vivas mais profundas da abrasão (atrito), da desidratação e da invasão pela flora bacteriana. A presença da camada de queratina caracteriza um **epitélio pavimentoso estratificado queratinizado**, típico das peles (Figura 2.11). Quanto mais espessa for a pele, maior é o teor de queratina na superfície. A pele fina possui uma

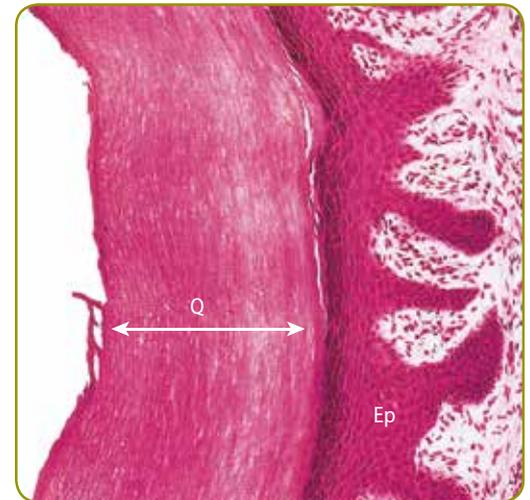


Figura 2.11 – O epitélio pavimentoso estratificado queratinizado da epiderme da pele é composto de várias camadas celulares [Ep], de modo que a camada mais superficial contém células pavimentosas. A letra [Q] indica a camada chamada de córnea. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 91)

camada córnea mais fina, em relação à pele grossa. Isso se deve ao fato de que áreas de epitélio sujeitas a maior atrito produzem mais queratina. Sendo assim, como a camada córnea é uma camada de proteção, quanto mais atrito – por exemplo nos procedimentos de lixamento em pedicuro -, mais espessa ela se torna posteriormente, numa tentativa de sempre manter a proteção. A presença de muita queratina deixa a pele com aspecto áspero indesejável, o melhor a fazer é hidratar a superfície da pele ao invés de tentar eliminá-la.

Em seguida são apresentados alguns **tipos especiais de epitélios de revestimento**.

f) Epitélio pseudo-estratificado

É encontrado na traqueia e nos brônquios. Embora pareça formado por várias camadas de células, com núcleos em diferentes alturas, todas as células ancoram na lâmina basal. Temos então, apenas uma camada celular, com células mais baixas e outras mais longas, cuja posição dos núcleos em várias alturas gera um aspecto estratificado (daí o nome pseudo-estratificado). Esse epitélio apresenta especialização de superfície livre, que são os cílios. Veja a Figura 2.12.

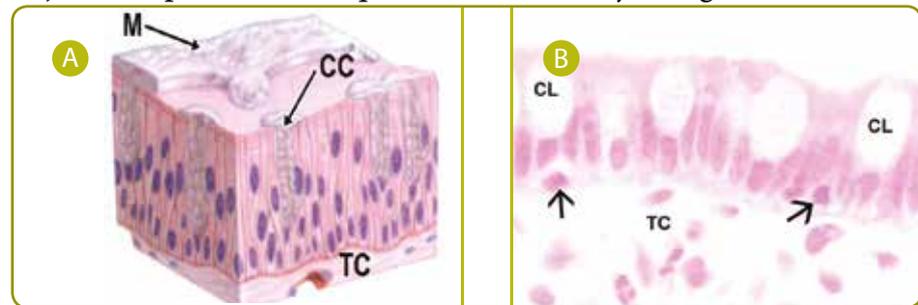


Figura 2.12 - Epitélio pseudo-estratificado ciliado: (A) Várias camadas de núcleos sugerem várias camadas celulares, mas na verdade todas estão em contato com a membrana basal, caracterizando apenas uma camada de células. Tecido conjuntivo (TC); células caliciformes (CC) produtoras de muco (M). (Adaptado de Ovalle; Nahirney; Netter, 2008, p.35). (B) As preparações histológicas de rotina mostram núcleos em várias alturas, as setas indicam os núcleos das células basais. Note as células caliciformes com coloração negativa, em branco (CL); tecido conjuntivo (TC). (Adaptado de STEVENS; LOWE, 2002, p. 45)

g) Epitélio de transição

É encontrado na bexiga urinária. Chama-se epitélio de transição porque depende do estado de repleção da bexiga, se relaxada (ou vazia) ou distendida (ou cheia). Dependendo de quanta urina a bexiga está armazenando, temos mudanças proporcionais na altura do epitélio e na forma das células da camada mais superficial, conforme

mostra a Figura 2.13 A. Esse tipo de epitélio é formado por várias camadas celulares sendo que a camada mais superficial é formada por células em formato globoso, bem maiores do que as células das camadas basais. Pelo fato de serem células maiores e localizadas nas camadas mais superficiais, permitem certa distensão do epitélio quando a bexiga fica distendida. Veja as Figuras 2.13 A e B.

Nutrição e inervação dos epitélios

É feita através do tecido conjuntivo subjacente com vasos e terminações nervosas livres, formando uma rede intraepitelial.

Renovação dos epitélios

São células com vida limitada, com renovação contínua a partir de mitoses na camada basal, próxima ao tecido conjuntivo.

Metaplasia dos epitélios

Em condições patológicas o epitélio se altera, alteração esta que pode ser reversível. Como exemplo de metaplasia temos o epitélio da traqueia de fumantes crônicos. O epitélio pseudo-estratificado ciliado da traqueia, sob constante agressão pelo fumo, modifica-se para epitélio estratificado pavimentoso. Cessando a ação do agente agressor, e dependendo do nível e longevidade da agressão, o epitélio retorna à sua forma original.

2.4.2 Epitélio glandular

Veremos agora o epitélio glandular e seus tipos.

O epitélio glandular é diferenciado, especializado para a produção de secreção. As glândulas podem ser formadas por uma ou várias células, **unicelular** ou **pluricelular**, respectivamente.

a) Glândula unicelular

Formada por **uma única célula** geralmente localizada entre as células epiteliais de revestimento. Um exemplo são as células

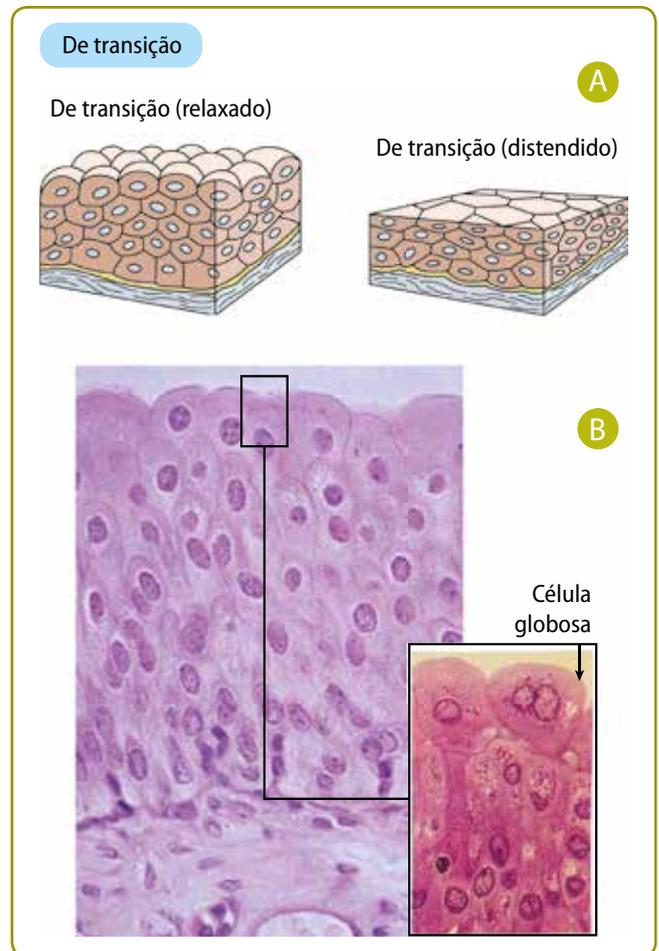


Figura 2.13 – Epitélio de transição: (A) Esquema do epitélio de transição, relaxado e distendido. (B) Fotomicrografia do epitélio da bexiga vazia (relaxada). Note o aspecto das células globosas no encarte. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 89)

caliciformes do intestino. Observe-as na microscopia eletrônica (Figura 2.14 A e B).

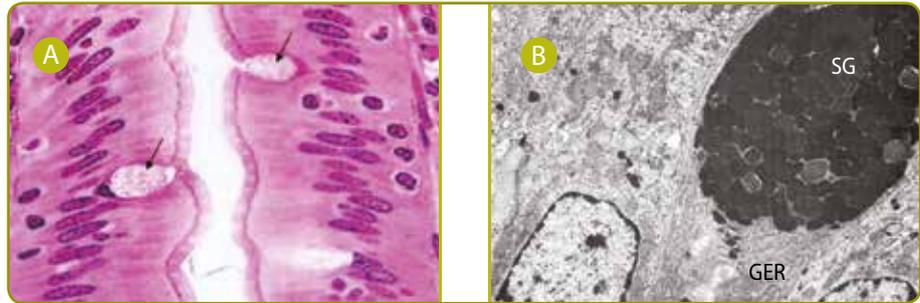


Figura 2.14 – (A) A célula caliciforme na microscopia de luz indicada pelas setas. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 69). (B) Microscopia eletrônica de uma célula caliciforme. [SG] grânulos de secreção e [GER], retículo endoplasmático granular. (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 68)

b) Glândula pluricelular

Formada por um **conjunto de células** especializadas num mesmo tipo de secreção. Geralmente as células epiteliais migram para o tecido conjuntivo subjacente e, em torno desse aglomerado de células secretoras, forma-se uma membrana basal. Podem ser glândulas de secreção (1) **endócrina** ou (2) **exócrina** (Figura 2.15).

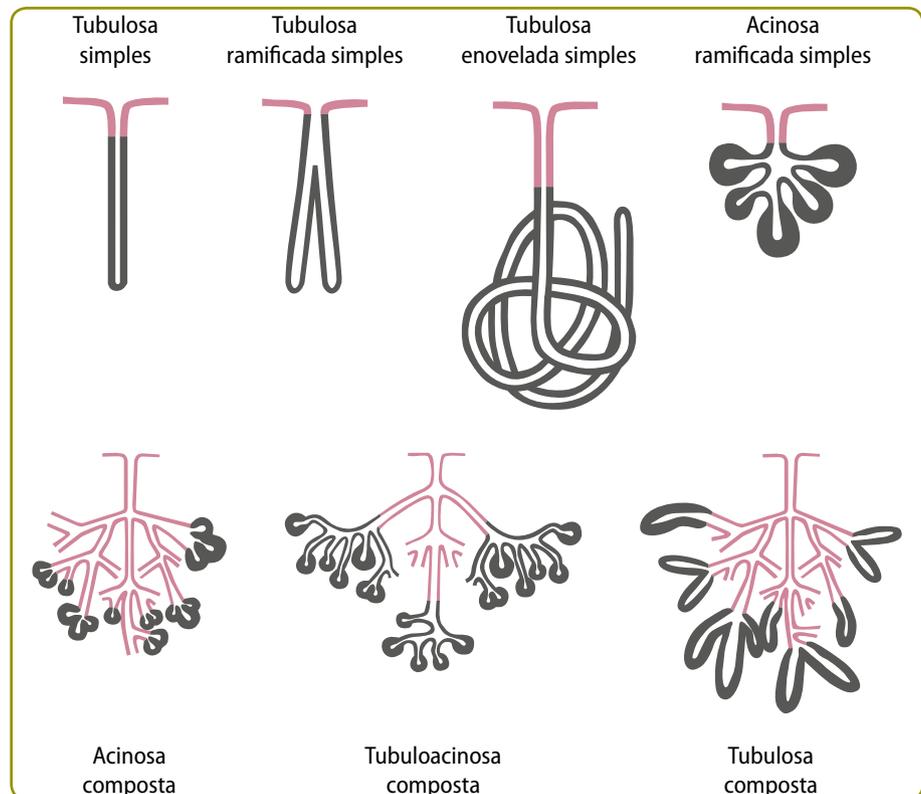


Figura 2.15 - O esquema mostra os tipos de glândulas exócrinas, com destaque para as regiões secretoras destacadas em preto. (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 61)

1. Acompanhe a descrição a seguir com a Figura 2.15. As glândulas de secreção **exócrina** lançam seu produto de secreção diretamente na superfície ou na cavidade de um órgão. Possuem portanto um **duto** e uma **porção secretora**, que juntos se constituem no **parênquima**, podendo ter a forma de **ácino** como na glândula salivar (Figura 2.16) ou tubo, como na glândula sudorípara. O **estroma** das glândulas é constituído pelos elementos do tecido conjuntivo que invadem e dão sustentação ao parênquima.
2. As glândulas de secreção **endócrina** são glândulas que não possuem duto de escoamento e, lançam seu produto de secreção diretamente dentro dos vasos sanguíneos, os capilares. **Seu produto de secreção é denominado hormônio**. De acordo com o arranjo das células epiteliais, as glândulas são classificadas em dois tipos: **cordonal e folicular**. Nas glândulas do tipo cordonal as células secretoras se organizam em **cordões** celulares (ou folículos). No tipo mais comum de disposição do **tipo cordonal**, as células se anastomosam em torno de capilares ou sinusoides sanguíneos. Como exemplo deste tipo glandular cordonal, podemos citar a adrenal, lobo anterior da hipófise e parati-reoide. No **tipo folicular** as células formam folículos que envolvem uma cavidade, que armazena o hormônio secretado. Quando dado o sinal para liberação, o hormônio armazenado é reabsorvido pelas células foliculares, liberado no tecido conjuntivo e nos vasos sanguíneos. Como exemplo deste tipo glandular, podemos citar a tireoide. O produto de secreção é armazenado no interior das células glandulares e liberado quando uma molécula sinalizadora é liberada ou a glândula sofre um estímulo nervoso.

No decorrer dos capítulos referentes aos órgãos neste livro, veremos mais detalhes sobre as glândulas exócrinas.

As glândulas exócrinas são classificadas **quanto ao modo de liberação de sua secreção** em: (1) Merócrinas; (2) Holócrinas; e (3) Apócrinas (Figura 2.17).

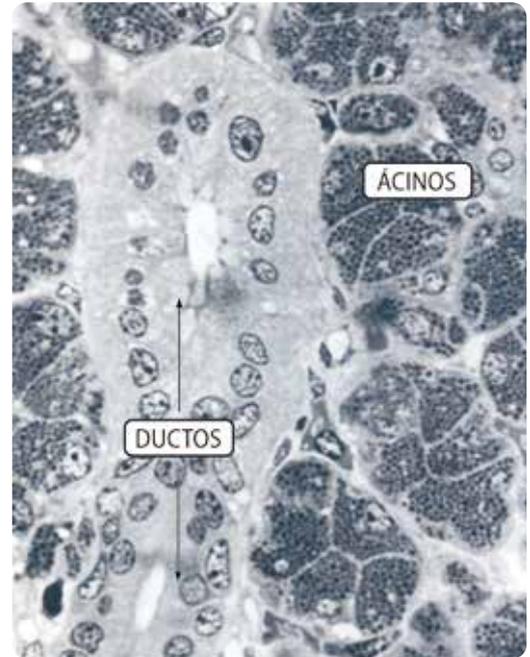


Figura 2.16 - A glândula salivar mostrando os ácinos e os ductos. (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 272)

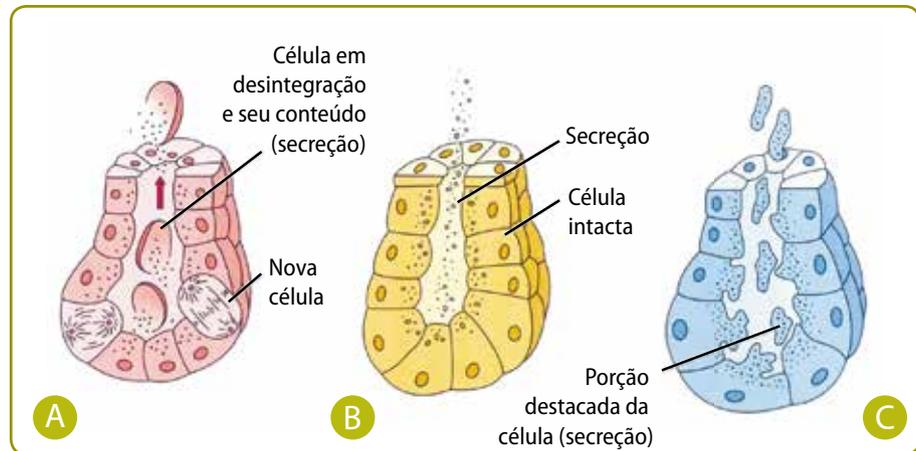


Figura 2.17 - Desenho esquemático dos modos de secreção: (A) holócrino; (B) merócrino; (C) apócrino. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 107)

Quadro 2.1 – Alguns exemplos de tipos glandulares encontrados nos epitélios de revestimento, seu modo de secreção e local ou órgão do corpo em que estão presentes:

Tipo de glândula	Secreção	Exemplo de Localização
Células secretoras isoladas	Secretam diretamente na superfície do epitélio (muco)	Células caliciformes encontradas no intestino (Figura 2.12)
Glândula tubular reta	Secretam diretamente na superfície do epitélio (muco)	Cólon intestinal (Figura 2.18)
Glândula tubular enovelada	Células secretoras na parte distal da glândula, com células transportadoras de íons para adição de fluidos à secreção da luz.	Glândula sudorípara da pele (esquema da Figura 2.15)
Glândula ramificada	A secreção das células epiteliais se dá pelo arranjo em ácinos e presença de um duto principal excretor.	Glândulas salivares, pâncreas e fígado (Figura 2.16)

Especializações dos epitélios

1) Microvilos

São especializações que aumentam a superfície celular por meio de projeções digitiformes na superfície celular apical. Dotam o epitélio nos quais estão presentes, de propriedades de absorção, tal como acontece nos **túbulos renais** e no **intestino delgado**. (Figura 2.18)

2) Cílios (Figuras 2.6 A e B)

Os cílios são estruturas longas e móveis, com comprimentos de 7 a 10 μm , que lembram pelos na superfície apical da célula. São encontrados no trato respiratório superior, especialmente **traqueia**,

com a função de transporte. Eles são responsáveis pela movimentação de muco sobre as superfícies celulares. Apresentam uma estrutura interna elaborada de microtúbulos, o axonema. Na microscopia eletrônica, a estrutura do axonema pode ser detalhada e, por sua vez, mostra uma estrutura que é formada por um número constante de microtúbulos longitudinais, organizados num arranjo de 9 + 2. Esse arranjo consiste numa disposição de dois microtúbulos centrais, separados (chamados **mônades**), tendo ao seu redor nove **díades** (duplas de microtúbulos) de microtúbulos, sendo que cada uma das nove duplas apresenta disposição em duas subunidades.

3) Estereocílios (Figura 2.19)

São formas bastante alongadas de microvilos, sem qualquer relação com os cílios verdadeiros. Podem ser encontrados nas células do epitélio de revestimento do epidídimo nos sensores das células pilosas cocleares, localizadas no interior do aparelho vestibular na ampola dos canais semicirculares, no interior da mácula do utrículo e do sáculo e no interior do órgão de Corti da cóclea, onde detectam respectivamente a aceleração, a direção da gravidade e a posição

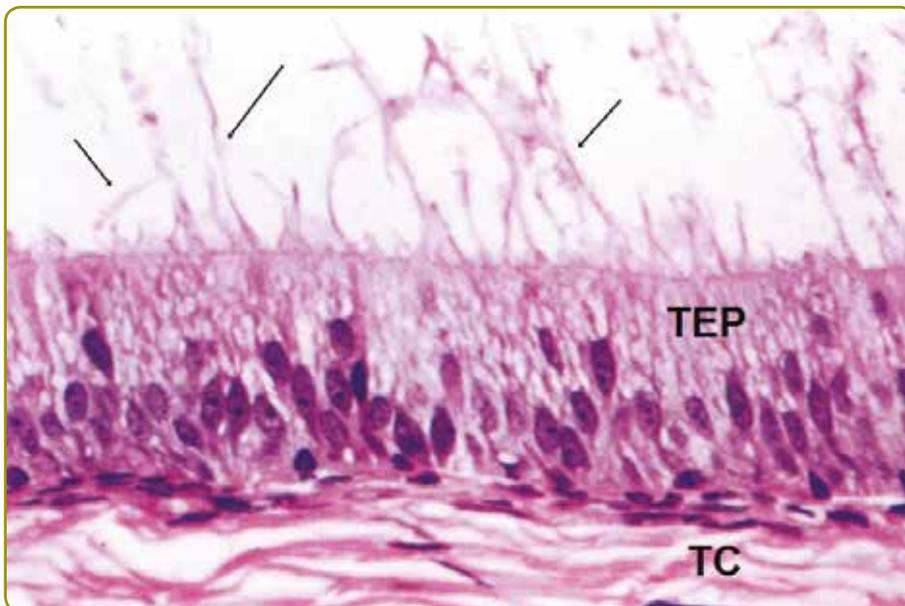


Figura 2.19 – Esquema representando os estereocílios (setas) na superfície do epitélio do epidídimo; tecido epitelial de revestimento (TEP); tecido conjuntivo (TC) (Adaptado de Burkitt, 1993, p.87)

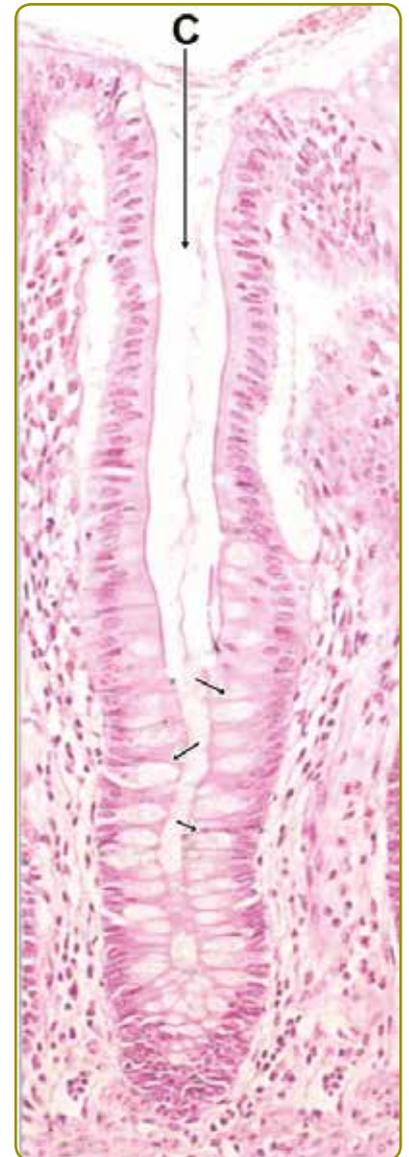


Figura 2.18 – Micrografia de corte histológico corado por H.E. apresentando uma glândula tubular reta, em cólon intestinal; Canal (C); células secretoras de muco estão indicadas pelas setas menores. (Adaptado de STEVENS; LOWE, 2002, p. 45)

estática e a vibração do som. Os estereocílios das células pilosas estão imersos em uma matriz gelatinosa, que se move conforme o estímulo que estiver detectando.

* Estas especializações dos epitélios são vistas com mais detalhes na disciplina de Biologia Celular

Resumo

Os tecidos epiteliais **revestem todas as cavidades e superfícies** do corpo. Desempenham **funções de revestimento, absorção, secreção e proteção**.

As **células** estão **justapostas**, sendo encontrada entre elas uma diminuta quantidade de material intercelular.

A **lâmina basal** está envolvida no **controle do crescimento e diferenciação epitelial**, sendo visível apenas ao microscópio eletrônico.

As **células epiteliais são polarizadas**. O polo basal está próximo à lâmina basal e o polo apical é aquela região próxima à superfície livre. Na **superfície livre** dos epitélios temos **especializações**: (1) microvilos, (2) cílios e (3) estereocílios.

A **nutrição e inervação** dos epitélios são feitos **pelo tecido conjuntivo** subjacente. A **renovação** dos epitélios é contínua e ocorre a partir das **mitoses que ocorrem na camada basal**.

Classificação dos epitélios de acordo com a estrutura e função: de **revestimento** e **glandular**. Os epitélios de revestimento, quanto ao número de camadas e forma das células, podem ser:

1. **Simples**: onde todas as células tocam a membrana basal, com **formas das células** que podem ser **cúbicas** (Ex: dutos), **pavimentosas** (Ex: endotélio de vasos) e, **colunares** ou cilíndricas (Ex: epitélio do intestino).
2. **Estratificado**: onde apenas a primeira camada de células basais está em contato com a membrana basal, com células do tipo **pavimentosas queratinizadas** (Ex: pele) e; **não queratinizadas** (Ex: esôfago).

Tipos especiais: 1 – Pseudoestratificado ciliado (Ex: traqueia).
2 – **Transição** (Ex: bexiga).

Classificação dos **epitélios glandulares**: - Quanto ao número de células: **Uni** ou **pluricelular**. – Quanto ao modo de secreção: (1) as **glândulas endócrinas** liberam seu produto de secreção diretamente para o interior dos capilares sanguíneos. Por exemplo, tireoide e hipófise; as glândulas **exócrinas** possuem um **duto**, por onde é escoado, na superfície do corpo ou nas cavidades, o produto de secreção produzido na **porção secretora** (ou ácino) das glândulas. Por exemplo, glândula sudorípara e glândula salivar.

Referências

BURKITT, H. George; WHEATER, Paul R.; YOUNG, Barbara; HEATH, John W. **Histologia funcional**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 409p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Atlas de histologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 322p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de histologia em cores**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 576p.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 427p.

KIERSZENBAUM, Abranham L.; TRES Laura L. **Histologia e Biologia Celular**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 493p.

OVALLE William K.; NAHIRNEY Patrick C. **Netter Bases da Histologia**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008, 31p

STEVENS Alan; LOWE James. **Histologia Humana**. 1. ed. São Paulo: São Paulo, 2002. 408p

Tecido conjuntivo

Estudaremos a seguir um dos tecidos mais comuns do nosso corpo, o tecido conjuntivo. Conheceremos sua organização, seus componentes: os tipos celulares, os tipos de fibras que compõem a matriz extracelular abundante e as variações desses componentes na formação dos vários tipos de tecido conjuntivo.

Vamos começar com uma visão geral desse tecido versátil. Esse tecido é muito especial, pelas muitas **funções que desempenha**. Veremos os detalhes dessas funções, ao longo desse capítulo. As múltiplas funções se devem à maneira como está organizado esse tecido, com **muita matriz extracelular** entre os **vários tipos de células** que o compõe. Além disso, esse tecido possui uma riqueza de vasos sanguíneos (artérias e veias de vários calibres e, principalmente capilares, alocados no espaço entre as células. A **riqueza em vasos sanguíneos** é uma característica marcante desse tecido. Os capilares são responsáveis pela condução de nutrientes (e retirada de restos de metabolismo celular) e oxigênio (e retirada de gás carbônico) para todas as células de outros tecidos aos quais o conjuntivo está associado, como: o epitelial, o muscular, o ósseo, o cartilaginoso e o nervoso. Poderíamos dizer que o tecido conjuntivo é “arroz de festa”, uma vez que está sempre associado aos outros tecidos. Certamente que, dependendo do tecido ao qual está associado, o tecido conjuntivo sofre modificações e adaptações para auxiliar no trabalho do tecido em questão. Ao longo de cada capítulo sobre os outros tecidos e sistemas, estudaremos as características de cada um, e a relação direta com o tecido conjuntivo.

Na natureza de um organismo não há espaço livre entre os tecidos e uma das funções do tecido conjuntivo é preencher esses espaços livres. Caso se forme um espaço, por rompimento, por exemplo, o tecido conjuntivo logo produz fibra (principalmente fibra colágena) e preenche o espaço. No organismo, os únicos espaços que temos naturalmente, são cavidades e superfícies livres, ambas revestidas pelo tecido epitelial.

Você sabia que, a cicatriz dos machucados e cortes é feita pelas fibras colágenas do tecido conjuntivo? Outra função desse importante tecido! Bem, é o trabalho dele não deixar espaço livre entre os vários tecidos.

Veja nas Figuras 3.1 A e B, o desenho esquemático e a Figura de como está reorganizado esse importante tecido, **formado principalmente por vários tipos celulares, fibras (3 tipos) e matriz extracelular**.

Características - O tecido conjuntivo é caracterizado por apresentar diversos tipos de células de sustentação, envoltas por muito material intercelular chamado de matriz. As células do tecido conjuntivo são basicamente células de sustentação, responsáveis pela formação de arca-bouços estruturais (uma espécie de malha formada de fibras) para sustentação das células dos tecidos, importantes no papel da organização espacial e estabilização mecânica dos tecidos. A **matriz extracelular** é produzida pela maioria das células de sustentação e é **composta principalmente por glicosaminoglicanas e proteínas fibrosas** (denominadas fibras pelo aspecto alongado da estrutura). A riqueza de material intercelular é característica do tecido conjuntivo. Microscopicamente o aspecto do tecido conjuntivo é caracterizado pela presença de células, fibras formadas por elementos fibrilares, mergulhados em muita matriz, ou substância fundamental. Entre estes elementos ainda, pode haver a presença de plasma intersticial, no entanto a água presente no tecido conjuntivo não está livre, mas em forma de água de solvatação, água

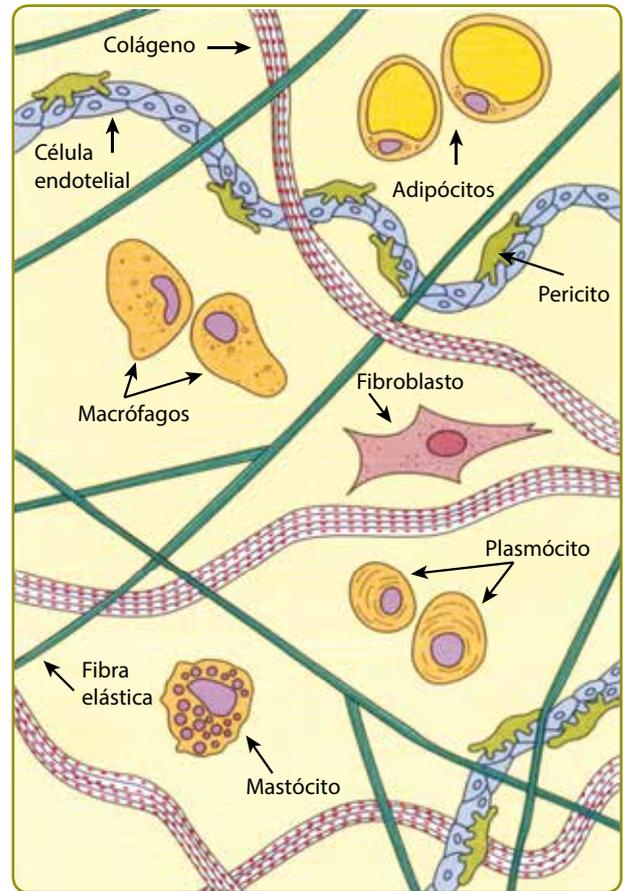


Figura 3.1 A – Desenho esquemático de células e fibras do tecido conjuntivo frouxo (as representações não estão em escala real). (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 115)

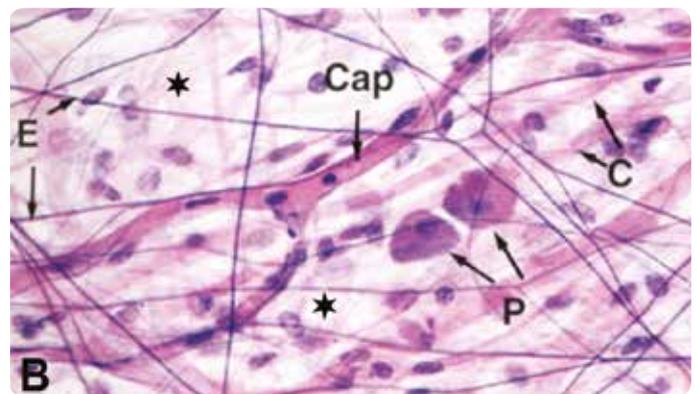


Figura 3.1 B – Foto micrográfica do tecido conjuntivo frouxo corado para evidenciar fibra elástica (E); fibra colágena (C); capilar (Cap); dois mastócitos corados intensamente (P); note no fundo da Figura vários núcleos de outras células do conjuntivo, com muito espaço intercelular (*). (Adaptado de Burkitt; Young; Heath, 1993, p. 68)

associada às moléculas de proteínas e glicosaminoglicanas. Veja nas Figuras 3.1 A e B o desenho esquemático e a Figura do desenho conjuntivo, e note a grande quantidade de espaços entre os elementos celulares e fibrilares, preenchido por substância fundamental amorfa (sem forma definida).

Funções do tecido conjuntivo

- O tecido conjuntivo tem importância fundamental na **sustentação estrutural, promovendo resistência e proteção de outros tecidos**.
- **Preenchimento de espaços**, já que possui muito material intercelular.
- **Transporte de nutrientes** dos capilares sanguíneos para os diversos tecidos do corpo.
- **Ligação entre os tecidos**, unindo músculos e ossos, como por exemplo, os tendões.
- **Defesa**, uma vez que contêm células produtoras de anticorpos (plasmócitos), células fagocitárias (macrófagos), entre outros mecanismos como a própria viscosidade da substância fundamental amorfa, que forma uma barreira à penetração de bactérias e partículas inertes que atingem o conjuntivo.
- **Regeneração de tecidos lesados**, especialmente aqueles com baixa ou nenhuma capacidade de regeneração (exemplo: tecido muscular cardíaco) por meio da capacidade de multiplicação das células do conjuntivo (fibroblastos), formando tecido cicatricial, com deposição especialmente de fibras colágenas no local da lesão.
- **Armazenamento de gorduras, água, sódio e outros eletrólitos**, no interior da substância fundamental amorfa.

3.1 Células do tecido conjuntivo

As células do tecido conjuntivo estão divididas em dois grupos:

- a) **Células fixas** – são células próprias do conjuntivo, tais como fibroblastos, fibrócitos, miofibroblastos, pericitos, células adiposas, macrófagos, mastócitos e plasmócitos.

b) **Células transitórias** – são células vindas do sangue para o conjuntivo, tais como linfócitos e neutrófilos.

3.1.1 Fibroblastos

- As **principais** e mais abundantes **células do tecido conjuntivo** são os fibroblastos (células jovens) (veja a Figura 3.2), responsáveis pela síntese e secreção da matriz extracelular na maioria dos tecidos. Caracterizam-se pela forma fusiforme, de aspecto alongado e afilado, com o núcleo acompanhando a forma da célula. Os fibroblastos podem estar em estado ativo ou inativo, quando então se chamam fibrócitos (células maduras). Veja no esquema da Figura 3.3 o aspecto comparativo dessas células.

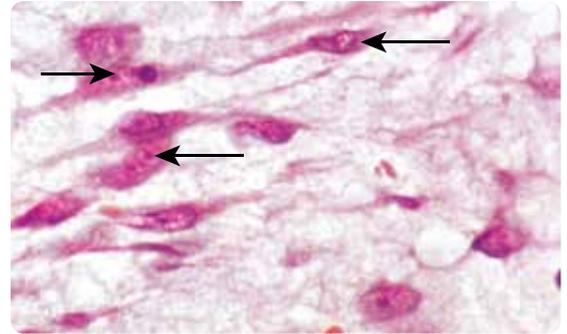


Figura 3.2 - Fibroblastos característicos em sua forma fusiforme (setas), com núcleo grande, apresentando-se envoltos por matriz extracelular. (Adaptado de STEVENS; LOWE, 2002, p. 58)

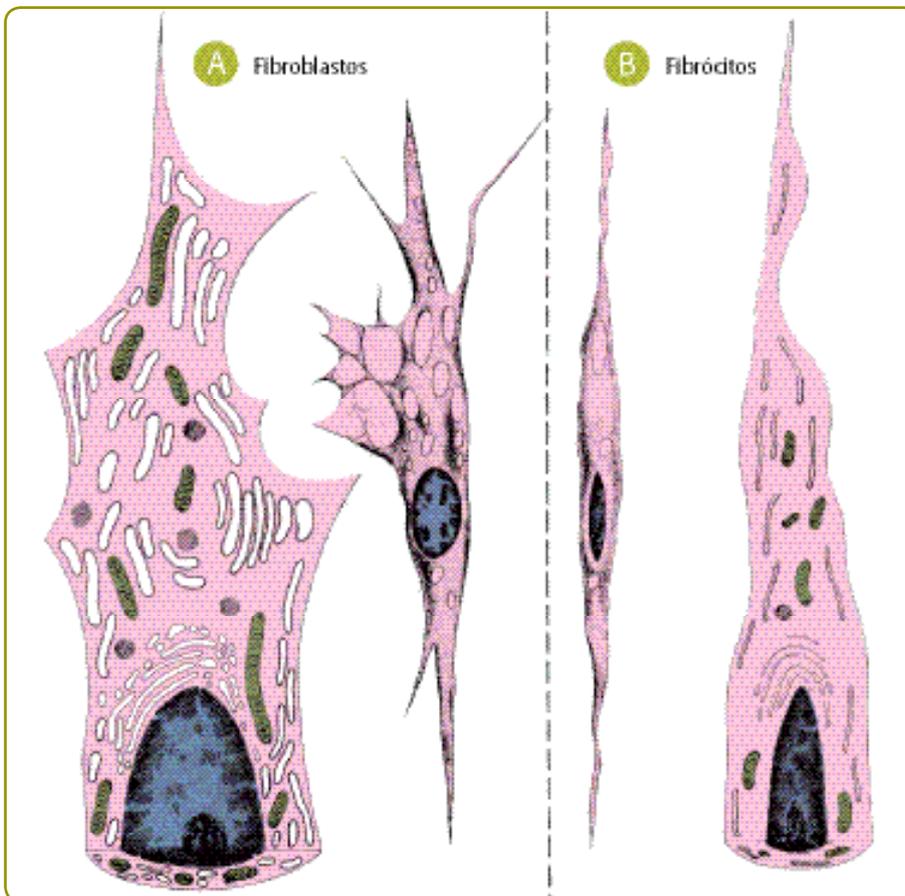


Figura 3.3 - Comparação esquemática de fibroblasto (A) e fibrócito (B). Observe a maior quantidade de mitocôndrias e como o Complexo de Golgi está mais desenvolvido no fibroblasto. (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 80)

3.1.2 Miofibroblastos

São fibroblastos modificados, semelhantes tanto aos fibroblastos quanto às células da musculatura lisa. Possuem filamentos contráteis em seu citoplasma, semelhantes aos das células (fibras) musculares lisas. Os miofibroblastos **são abundantes em áreas de cicatrização de lesões**, onde têm o papel de contração da lesão, aproximando os bordos cicatriciais.

3.1.3 Pericitos

São células que **envolvem as células endoteliais dos capilares e algumas vênulas**. Têm características de células endoteliais e de células da musculatura lisa. Sob determinadas condições podem se diferenciar em outros tipos celulares, tais como miofibroblastos. A diferenciação citoplasmática é mais bem evidenciada por meio de métodos imuno-histoquímicos, revelando a presença de actina e miosina no citoplasma.

3.1.4 Adipócitos

Os **adipócitos**, ou células adiposas, são capazes de sintetizar, **armazenar e liberar lipídios**. Essas células formam o tecido adiposo (Figura 3.4) e são totalmente diferenciadas. Os adipócitos podem ser encontrados isolados ou em pequenos grupos no tecido conjuntivo comum, porém a maioria dessas células está concentrada no tecido adiposo. Essas células armazenam gordura em seu interior sob a forma de uma única gotícula, a qual acaba deslocando citoplasma e núcleo para a periferia das células, dando-lhes a aparência de “anel de sinete”, quando observadas na microscopia de luz.

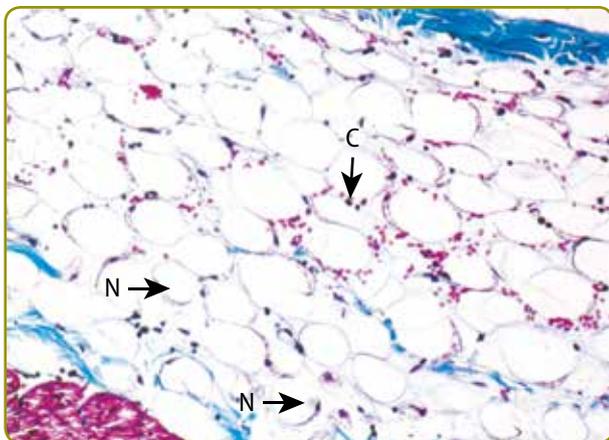


Figura 3.4 - Tecido adiposo. Observe as fibras colágenas coradas em azul, os capilares sanguíneos [C] e os núcleos dos adipócitos [N]. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 70)

3.1.5 Macrófagos

São células encontradas amplamente distribuídas na maioria dos tecidos, com a capacidade de **fagocitar substâncias estranhas**,

restos celulares, células lesadas e células envelhecidas, participando também das respostas imunológicas. Pertencem ao sistema mononuclear fagocitário sendo, além de fagocitárias, também células apresentadoras de antígenos. Apresentam formato irregular e sua membrana celular possui pregas e dobras em consequência dos movimentos celulares e da fagocitose. O núcleo é ovoide e excêntrico e, em geral, possui concavidade lateral parecendo-se com o formato de um rim. Os macrófagos diferenciam-se a partir dos monócitos do sangue, que migram para o tecido conjuntivo.

3.1.6 Mastócitos

Participam da **mediação das respostas inflamatórias e reações de hipersensibilidade imediata**, com papel central nos processos alérgicos. São células grandes e globosas, apresentando citoplasma carregado de grânulos basófilos (escuros) envoltos por membrana (Figuras 3.5 A e B), contendo, por exemplo, histamina, com núcleo esférico e central, o que caracteriza facilmente este tipo celular no tecido conjuntivo. Os mastócitos são relativamente numerosos em diversos tipos de tecidos conjuntivos, mas para ser bem evidenciados, precisam de coloração específica. Assim, os cortes corados com azul de toluidina evidenciam fortemente os grânulos citoplasmáticos e, ainda destacam o núcleo em vermelho. Esta capacidade de modificar a coloração do corante é conhecida como **metacromasia**, que se deve à presença de muitos radicais ácidos nessas estruturas.

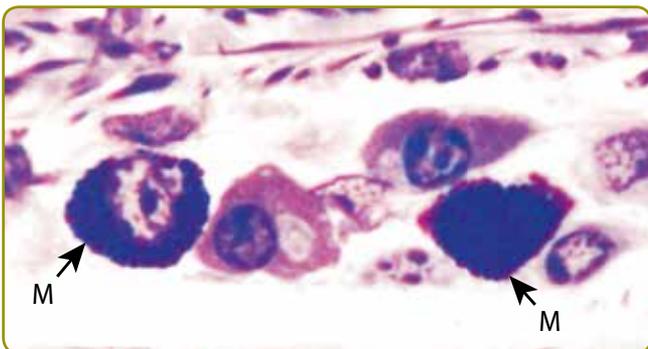


Figura 3.5 A - Mastócito carregado de grânulos [M]. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 73)

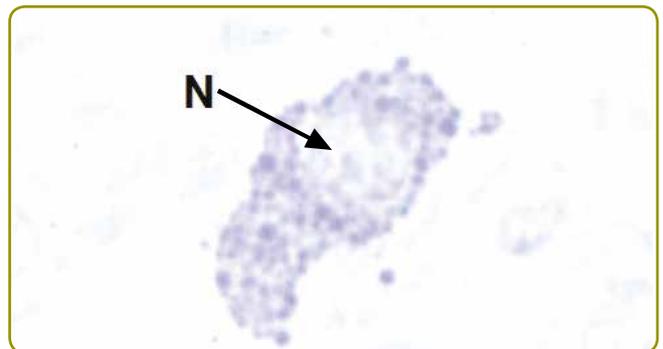


Figura 3.5 B - Corte fino em parafina corado com HE. Os grânulos do mastócito de formas arredondadas ou ovais aparecem no citoplasma; núcleo da célula (N). (Adaptado de STEVENS; LOWE, 2002, p. 105)

3.1.7 Plasmócitos

Essas células se originam dos linfócitos B (células sanguíneas) ativados e **produzem anticorpos**, sendo responsáveis pelo que chamamos de imunidade humoral. São células grandes e ovoides, com núcleo excêntrico e esférico apresentando regiões de heterocromatina que se irradiam a partir do centro, conferindo Figura característica de “raios de roda de carroça”, na microscopia de luz. O citoplasma apresenta moderada basofilia, devido à presença do REG (retículo endoplasmático granular) bem desenvolvido. São pouco numerosos no conjuntivo normal, mas extremamente abundantes na mucosa intestinal e outros locais sujeitos à penetração de bactérias e proteínas estranhas e em locais de inflamação crônica.

Além das células fixas do tecido conjuntivo, ainda podem ser encontradas células provenientes da corrente sanguínea, que migram para o tecido conjuntivo, como os **linfócitos**, os **neutrófilos**, os **eosinófilos**, os **basófilos** e os **monócitos**, que são caracterizadas como células transitórias, ou migrantes do tecido conjuntivo. Os linfócitos B ativados, quando situados no tecido conjuntivo, dão origem aos plasmócitos, que por sua vez são responsáveis pela síntese de anticorpos. Os neutrófilos são atraídos no conjuntivo por substâncias quimiotáticas, produzidas por células dos locais invadidos por bactérias. Os eosinófilos participam na moderação em processos alérgicos e nas defesas contra parasitoses. Acreditava-se que os basófilos fossem os precursores dos mastócitos nos tecidos e os monócitos precursores dos macrófagos, formando o sistema monócito-macrófago, ou sistema mononuclear fagocitário. Mas já está provado que têm precursores diferentes.

3.2 Matriz extracelular

Ao redor dos vários tipos celulares que compõe o tecido conjuntivo, temos a matriz extracelular **ou substância fundamental amorfa**, que é um gel incolor, muito hidratado, que preenche todo espaço entre as células e as fibras do tecido. Como é rica em água, a matriz extracelular, constitui uma via de passagem de moléculas hidrossolúveis e íons diversos, mas forma uma

barreira à penetração de microorganismos. Nos preparados histológicos comuns fica mal preservada e aparece muitas vezes como um material granuloso mal definido ou até mesmo como um espaço em branco, caracterizando retração.

Essa matriz é constituída principalmente por proteoglicanas e glicoproteínas adesivas, que participam da aderência entre células, fibras e macromoléculas da matriz extracelular. As proteoglicanas são constituídas por **glicosaminoglicanas**, arranjadas como se fossem as cerdas de uma escova de limpar mamadeira, sendo que a parte central (proteica) representa a proteoglicana de onde partem as glicosaminoglicanas. As glicosaminoglicanas são cadeias de polissacarídeos grandes, divididas em quatro grupos conforme a estrutura. Assim, as principais glicosaminoglicanas são: ácido hialurônico, sulfato de condroitina e sulfato de dermatana, sulfato de heparana e heparina e sulfato de queratana, **todas estruturas que constituem o gel hidratado da matriz do tecido de sustentação.**

O acúmulo de água no meio da matriz extracelular provoca o **edema**, que é causado pelo excesso de entrada ou dificuldade na drenagem de líquidos dos tecidos.

3.3 As fibras do tecido conjuntivo

As fibras do tecido conjuntivo são do tipo **colágenas, reticulares e elásticas.**

3.3.1 Fibras colágenas

As fibras colágenas (Figura 3.6) clássicas são o **principal tipo de fibra** encontrado na maioria dos tecidos de sustentação. São alongadas e dispostas paralelamente umas às outras. No estado fresco são brancas, conferindo essa cor aos tecidos nos quais predominam. Essas fibras **são sintetizadas pelos fibroblastos** do tecido conjuntivo, tendo como **função principal fornecer resistência à tração.** O **colágeno** representa uma grande família de proteínas, compreendendo

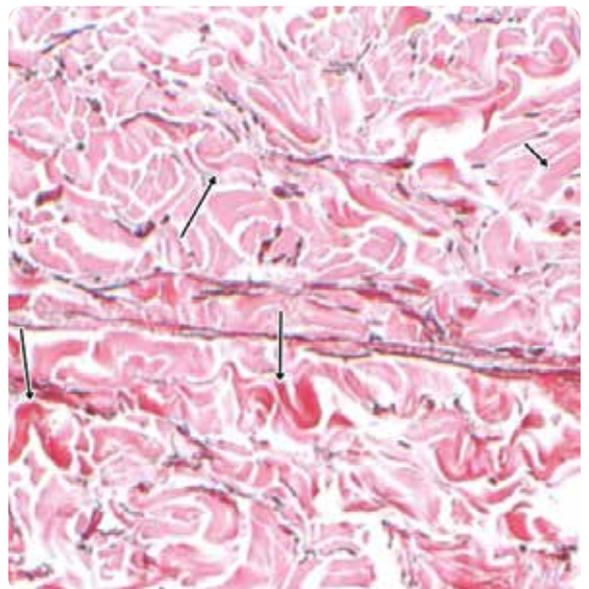


Figura 3.6 - Aspecto do arranjo de várias fibras colágenas (setas) em microscopia de luz coradas por HE. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 68)

o componente fibrilar mais importante da matriz extracelular. Onze tipos diferentes de colágeno (designados I a XI) foram delineados (caracterizados) com base na morfologia, composição e propriedades físicas. As famílias são divididas conforme a estrutura que as constitui, podendo ser **colágenos fibrilares** dos tipos I, II, III, V e XI; **colágenos de membrana basal** tipo IV e outros tipos de colágenos. **Os colágenos tipos I, II e III têm mais fibrilas estruturadas em forma de corda e são os principais tipos encontrados nos tecidos.**

As fibras colágenas de colágeno tipo I possuem uma orientação e ligações cruzadas que lhes dão resistência ao estresse de tensão de tecidos, sendo encontradas, por exemplo, no tecido conjuntivo propriamente dito e no tecido ósseo. O colágeno tipo III forma as fibras reticulares. O colágeno tipo IV em vez de formar fibrilas, forma uma rede e fica restrita à formação de membranas basais (localizada no limite entre os tecidos epitelial e conjuntivo).

A fibra colágena tipo I é a principal responsável pela formação da cicatriz dos tecidos. Pelo fato de apresentar coloração branca, confere essa mesma cor às cicatrizes, visíveis facilmente na cicatrização da pele. Repare na cor das cicatrizes!

3.3.2 Fibras elásticas

O principal componente das fibras elásticas (Figura 3.1 B) é a **elastina**, produzida por fibroblastos. A elastina possui uma estrutura enovelada e suas moléculas são ligadas covalentemente em fileiras, podendo ser estiradas reversivelmente e ainda se organizar como fibras ou como lâminas.

As fibras elásticas permitem que os tecidos se retraiam e se estirem, mantendo sua forma original, sendo formadas por elastina e **fibrilina**. Acredita-se que são as fibrilinas que organizam a elastina secretada.

Fibrilina

A fibrilina é um integrante importante da fibra elástica, constituída por glicoproteínas formadoras de fibrilas, principal componente das microfibrilas extracelulares.

3.3.3 Fibras reticulares

Fibrilas finas, de cerca de 20 nm de diâmetro, formadas por colágeno tipo III constituem as fibras reticulares (Figura 3.7) que têm afinidade por sais de prata e formam uma delicada rede de sustentação

“reticular”, ramificada em tecidos altamente celulares, como por exemplo, os linfonodos.

3.4 Tipos de tecido conjuntivo

Existem tipos classificados como **tecidos conjuntivos propriamente ditos** e **tecidos conjuntivos especializados**, do qual fazem parte: a cartilagem, os ossos e o sangue. Os tecidos conjuntivos especializados estudaremos em capítulos específicos.

O **tecido conjuntivo mucoso** é encontrado na **geleia de Wharton** do cordão umbilical e no tecido conjuntivo frouxo amorfo, formado por matriz gelatinosa composta principalmente por ácido hialurônico, com poucas fibras colágenas dos tipos I e III, além de fibroblastos.

Do tecido conjuntivo propriamente dito podemos reconhecer quatro tipos, tais como o tecido: **conjuntivo frouxo**, **conjuntivo denso modelado**, **conjuntivo denso não modelado**, **conjuntivo reticular**, além do **conjuntivo adiposo**, os quais são diferentemente arranjados histologicamente, funcionalmente e em localização.

3.4.1 Tecido conjuntivo frouxo

O tecido conjuntivo frouxo (Figura 3.8), também chamado de areolar, é **constituído por fibras dispostas frouxamente e por células dispersas na matriz extracelular** de característica gelatinosa. Esse tipo de tecido conjuntivo frouxo está presente nos espaços subcutâneos, fica abaixo do revestimento mesotelial da cavidade interna do corpo, está associado à adventícia dos vasos sanguíneos, bem como envolve o parênquima das glândulas. Está sempre associado ao tecido epitelial de revestimento, responsável pela sua nutrição e sustentação.

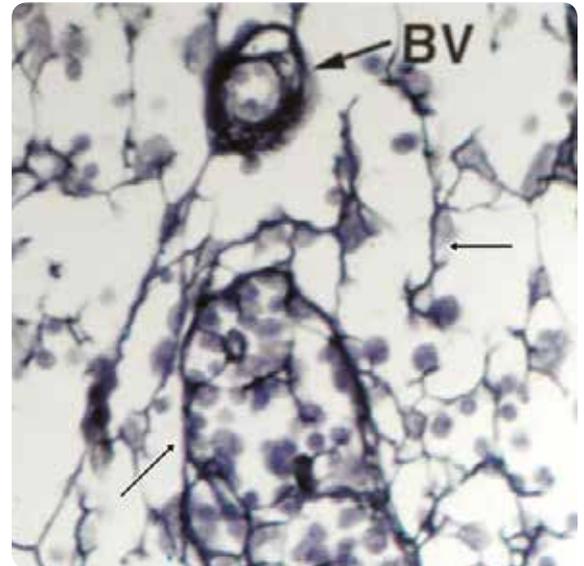


Figura 3.7 - Note as fibras reticulares [setas], em forma de rede, coradas pela prata; vaso sanguíneo (BV). Note ao fundo da Figura os núcleos das células do conjuntivo. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 68)

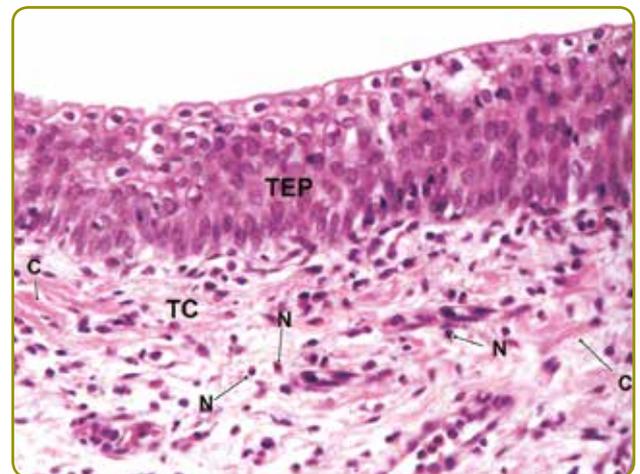


Figura 3.8 – Micrografia de tecido conjuntivo frouxo (TC), mostrando fibras colágenas (C), e núcleos das células do tecido (N); tecido epitelial de revestimento (TEP). (Adaptado de OVALLE; NAHIRNEY; NETTER, 2008, p. 374)

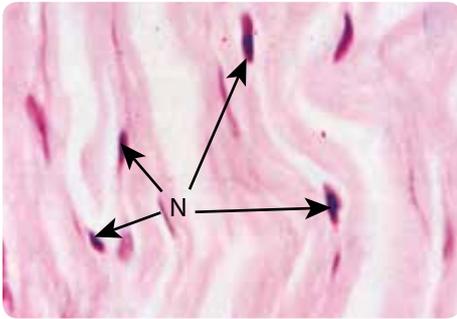


Figura 3.9 – Micrografia óptica de tecido conjuntivo denso modelado de tendão. Os feixes de colágeno são orientados paralelamente, entre si, mesma orientação observada nos núcleos dos fibroblastos (N) que aparecem alongados. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 103)

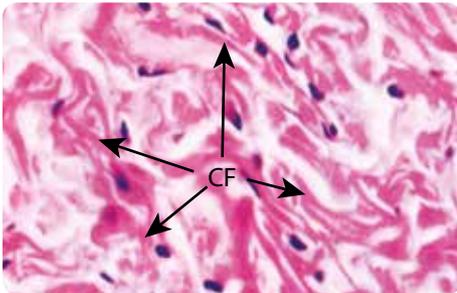


Figura 3.10 – Micrografia óptica de tecido conjuntivo denso não modelado da pele de macaco. Os feixes de colágeno aparecem com orientação ao acaso, sem orientação definida (CF). (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 102)

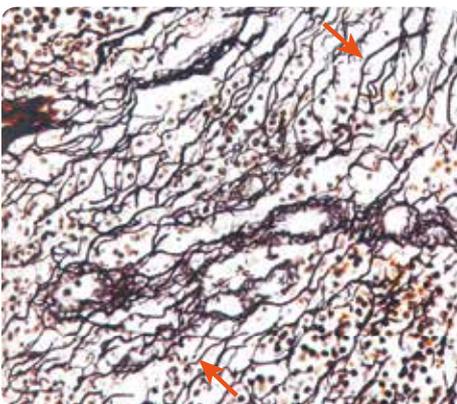


Figura 3.11 – Micrografia óptica de tecido conjuntivo reticular (coloração com prata) mostrando as redes de fibras reticulares indicadas pelas setas. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 103)

Quando localizados **nas membranas mucosas** (nome dado ao conjunto de: tecido epitelial de revestimento e tecido conjuntivo frouxo, que revestem as cavidades úmidas) tais como no tubo digestório, **o tecido conjuntivo frouxo é chamado de lâmina própria.**

3.4.2 Tecido conjuntivo denso

O tecido **conjuntivo denso** pode ser **modelado** (Figura 3.9) e **não modelado** (Figura 3.10). Ambos são compostos basicamente pelos mesmos elementos do tecido conjuntivo frouxo, mas com um teor maior de fibra colágena. O tecido conjuntivo denso é encontrado nos tendões, sendo composto por feixes de fibras colágenas fortemente compactadas e **orientadas em cilindros ou lâminas paralelamente dispostas**, ou lado a lado, e são capazes de resistir a grandes trações. Mas, só resistem à tração, quando essa é exercida no sentido do comprimento da fibra. Como nesse caso as fibras estão orientados num só sentido, qualquer outro sentido de aplicação de força de tração, que não o do comprimento do tendão, esse não resiste, e pode romper.

O conjuntivo denso não modelado é encontrado na pele, sendo que suas **fibras colágenas estão grosseiramente entrelaçadas, formando uma rede** que resiste a trações em todas as direções, uma vez que as fibras colágenas estão orientadas ao longo do comprimento, em vários sentidos.

3.4.3 Tecido conjuntivo reticular

O tecido **conjuntivo reticular** (Figura 3.11) é **formado por colágeno tipo III**, como principal componente, sintetizado pelos fibroblastos. As fibras reticulares formam uma trama frouxa em vários tecidos de **sustentação**, **mas podem ser consideradas estruturas delicadas, que sustentam estruturas especializadas, tais como linfonodos, baço e medula óssea**, sendo consideradas as principais fibras de sustentação na matriz extracelular de

órgãos hematopoiéticos e linfoides, sustentando células e vasos sanguíneos. As fibras reticulares também aparecem em órgãos parenquimatosos como fígado e rim, formando uma trama de sustentação para as células epiteliais especializadas.

3.4.4 Tecido adiposo

O **tecido adiposo** pode ser classificado como tecido **adiposo branco** (Figura 3.4) e tecido **adiposo pardo**. O tecido adiposo branco é caracterizado por adipócitos unicelulares, que contêm uma única gotícula de gordura. Nas pessoas que se alimentam muito de carotenoides (ricos em alguns tipos de vegetais, como cenoura e abóbora), este tecido pode apresentar coloração mais amarelada. **O tecido adiposo é fortemente irrigado por redes capilares**, possuindo septos de tecido conjuntivo, dividindo a gordura em lóbulos. Receptores de membrana para insulina, hormônio do crescimento, noradrenalina e glicocorticoides estão presentes nestas células adiposas. **O tecido adiposo unicelular está presente na camada subcutânea de todo o corpo e, também, em alguns locais específicos, determinados pelo sexo e pela idade, formando os coxins gordurosos** (calcanhar, região glútea e panículo adiposo abdominal).

O **tecido adiposo pardo** é formado por **células adiposas multiloculares**, que armazenam gordura em várias gotículas, sendo que sua cor varia do marrom ao marrom-avermelhado. Este tipo de tecido possui um arranjo lobular e uma irrigação vascular semelhante aos de uma glândula. O tecido adiposo pardo é muito vascularizado e **está presente em muitos mamíferos que hibernam, na maioria dos filhotes de mamíferos e em recém nascidos humanos**, especialmente nas regiões de pescoço e região interescapular. Este tecido **está associado à produção de calor no corpo** e, atualmente vem sendo muito estudado como uma das principais fontes de células tronco adultas.

Resumo

A riqueza de material intercelular é uma característica do tecido conjuntivo. Microscopicamente, o aspecto desse tecido se caracteriza pela presença de estruturas bem definidas, as células, mergulhadas em muita matriz intercelular que é composta por fibras e substância fundamental amorfa.

O tecido conjuntivo é classificado em **tecido conjuntivo propriamente dito** (conjuntivo frouxo, conjuntivo denso modelado, conjuntivo denso não modelado, conjuntivo reticular, além do conjuntivo adiposo e mucoso) e **tecido conjuntivo especializado** (cartilagem, osso e sangue). De uma maneira geral o **tecido conjuntivo é formado por vários tipos celulares e matriz extracelular.**

As principais células do tecido conjuntivo chamadas fixas ou populações residentes são: 1) fibroblastos; 2) células adiposas; 3) pericitos; 4) mastócitos; 5) macrófagos.

As principais células do tecido conjuntivo representando as células transitórias ou células livres ou migrantes são: 1) plasmócitos; 2) linfócitos; 3) neutrófilos; 4) eosinófilos; 5) basófilos; 6) monócitos e 7) macrófagos. A matriz extracelular é composta por substância fundamental amorfa e fibras (colágenas, elásticas e reticulares). As funções básicas do tecido conjuntivo são: dar sustentação estrutural, atuar como meio de trocas, atuar na defesa e proteção do corpo, manter locais para armazenamento de gorduras, água e eletrólitos.

Referências

BURKITT, H. George; WHEATER, Paul R. YOUNG, Barbara; HEATH, John W. **Histologia Funcional**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 409p.

GARTNER, Leslie P. HIATT, James L. **Atlas de histologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 322p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de Histologia em Cores**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 576p.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. **Histologia Básica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 427p.

KIERSZENBAUM, Abranham L.; TRES Laura L. **Histologia e Biologia Celular**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 493p.

OVALLE William K.; NAHIRNEY Patrick C. **Netter Bases da Histologia**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008, 31p

STEVENS Alan; LOWE James. **Histologia Humana**. 1. ed. São Paulo: São Paulo, 2002. 408p

Tecido cartilaginoso

Neste capítulo estudaremos esse tipo especializado de tecido conjuntivo, apresentando seus componentes celulares específicos e matriz cartilaginosa rígida. Com base na variação dos componentes da matriz, vamos conhecer os tipos de tecido cartilaginoso.

Comparando o tecido cartilaginoso ao tecido conjuntivo, notamos que há pouca diferença entre um e outro, a não ser a rigidez exibida pela cartilagem. A rigidez do tecido cartilaginoso é devida a forma como as proteínas de ligação se arranjam na matriz celular (veja com atenção os detalhes dessa ligação na Figura 4.3).

De uma forma bem simples, a natureza foi perfeita na criação de um tecido nem tão mole como o tecido conjuntivo, que não suporta pressão, e nem tão duro quanto tecido ósseo que possa apresentar desgaste ao sofrer atrito.

Bem, temos aqui um tecido com características comuns aos tecido conjuntivo e ósseo, perfeitas para revestir as superfícies articulares: um tecido com superfície lisa, o que facilita o movimento, e resistente o suficiente para não ser esmagado entre os ossos das articulações, suportando pressão local.

Como o tecido cartilaginoso é mais especializado no desempenho das suas funções, a diversidade de células é menor do que no tecido conjuntivo, apresentando **dois tipos de células** apenas: os **condroblastos**, que são células mais jovens, e os **condrócitos** que são as células maduras do tecido. Sua matriz não apresenta vascularização, pois, com partes moles no meio da matriz, perderíamos a principal característica desse tecido que é a rigidez.

Sendo assim, como é que um tecido sobrevive sem possuir vasos sanguíneos? Descubra logo a seguir, nesse capítulo.

O que é cartilagem?

Como já dissemos, o tecido cartilaginoso é uma **forma especializada de tecido conjuntivo de consistência rígida**. Por sua natureza rígida, desempenha a função de suporte de tecidos moles e revestimento de superfícies ósseas onde facilita os movimentos. Tratando-se de um tecido, o que **compõe a cartilagem**?

A cartilagem possui uma **matriz** rígida composta por abundante material extracelular e células alojadas em lacunas, que são pequenos espaços dentro da matriz, necessários pelo fato da matriz ser endurecida. Possui dois tipos **celulares** que são: os **condroblastos** e **condrócitos** (Figuras 4.1 e 4.2). Os **condroblastos** são encontrados

Figura 4.1 - Esquema da cartilagem hialina mostrando na periferia o pericôndrio. Observe a localização periférica dos condroblastos (células alongadas) e dos condrócitos (células globosas de localização central). Note a superfície irregular da membrana plasmática das células. Observe na matriz da cartilagem as fibrilas colágenas muito finas. (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 108)

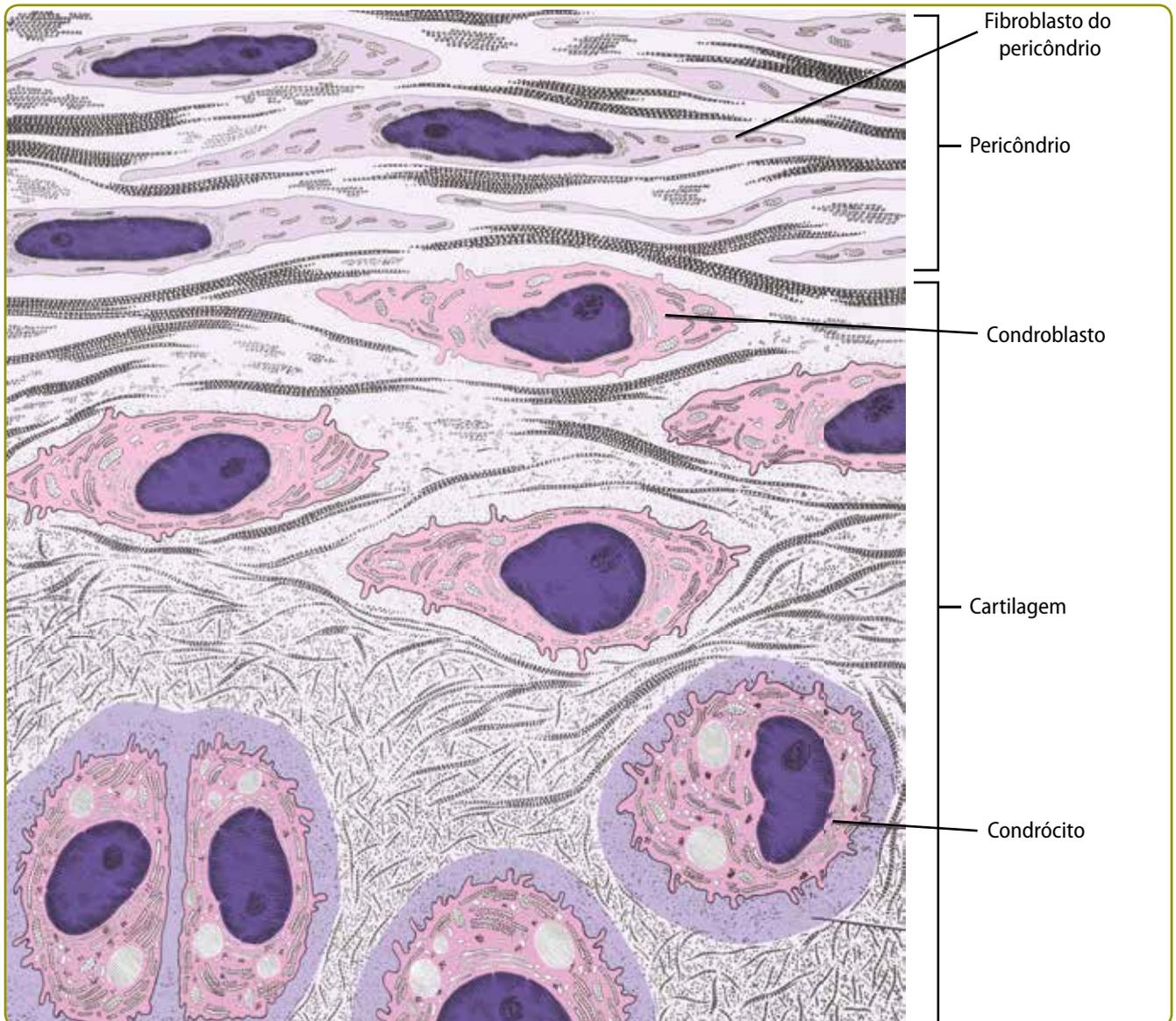




Figura 4.2 - A cartilagem é revestida pelo pericôndrio, que é constituído por 2 camadas: 1 – fibrosa (F), 2 – condrogênica (CG). As duas setas indicam células condrogênicas no pericôndrio; (C) condroblasto; a cabeça de seta condrócito; (IG) grupos isógenos. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 1993, p. 53)

na periferia da matriz e são células de formato alongado, com núcleo elíptico. Os **condrócitos** localizam-se no centro da matriz e são células arredondadas, com núcleo também arredondado e são as células maduras da cartilagem.

O tecido cartilaginoso não possui vasos sanguíneos, o que poderia comprometer a rigidez da matriz. Sendo assim, a **nutrição é feita** pelos capilares sanguíneos do tecido conjuntivo que envolve toda a extensão da superfície da cartilagem. Esse tecido conjuntivo recebe o nome de **pericôndrio** (Figuras 4.1 e 4.2). As cartilagens que revestem as superfícies ósseas não possuem pericôndrio, nesse caso a nutrição da cartilagem é feita através do líquido sinovial das cavidades articulares. O tecido cartilaginoso também é desprovido de vasos linfáticos e nervos.

4.1 Tipos de cartilagem

Há na natureza **três tipos de cartilagem**, com características diferentes, conforme o teor de fibra presente na matriz:

4.1.1 Cartilagem hialina

É a mais comum das cartilagens, bastante rígida e com a superfície lisa, sua matriz é formada por fibrilas de colágeno tipo II (tipo de fibra colágena mais fina que o colágeno tipo I). É o tipo cartilaginoso mais comum no nosso corpo. Veremos mais detalhes sobre esse tipo de cartilagem logo a seguir.

4.1.2 Cartilagem elástica

É o tipo que possui poucas fibrilas de colágeno tipo II e abundantes fibras elásticas, o que confere elasticidade a essa cartilagem, ou seja, é uma cartilagem flexível. Esse tipo de cartilagem pode ser encontrado, por exemplo, no pavilhão auditivo, no conduto auditivo externo, na tuba auditiva e na epiglote. Repare que esse tipo de cartilagem está mais associado ao aparelho auditivo.

4.1.3 A Cartilagem fibrosa

Apresenta matriz composta, predominantemente, por fibras colágenas tipo I. Sua consistência é um intermediário entre o tecido conjuntivo denso e a cartilagem hialina. É encontrada, por exemplo, nos discos intervertebrais, localizados entre os corpos das vértebras, nos meniscos da articulação do joelho.

4.2 A cartilagem hialina

Agora veremos com mais detalhes o nosso modelo de estudo: a **cartilagem hialina**.

Onde é encontrada a cartilagem hialina?

É encontrada principalmente na parede das fossas nasais, na traqueia e nos brônquios, sustentando os tecidos moles, formando um canal aberto para a livre passagem do ar. Reveste as articulações e, por sua natureza rígida e lisa, previne o desgaste ósseo durante os movimentos. Forma o primeiro esqueleto do embrião, que posteriormente servirá de molde para o esqueleto ósseo. Entre a diáfise e a epífise dos ossos longos em crescimento, observa-se o **disco epifisário** formado de cartilagem hialina, que é responsável pelo crescimento do osso em comprimento. A coloração dessa cartilagem é branca azulada e translúcida.

4.2.1 A composição da matriz

A matriz da cartilagem hialina tem aparência homogênea, pois as fibrilas colágenas apresentam dimensões submicroscópicas.

Suas fibrilas de colágeno tipo II estão associadas às proteoglicanas muito hidratadas e glicoproteínas adesivas. As moléculas de proteoglicanas parecem escovas de limpar mamadeira, onde a parte central é proteica, de onde irradiam numerosas moléculas não ramificadas relativamente curtas de glicosaminoglicanas sulfatadas.

Até 200 dessas proteoglicanas podem estabelecer ligações não covalentes com uma única molécula de ácido hialurônico para

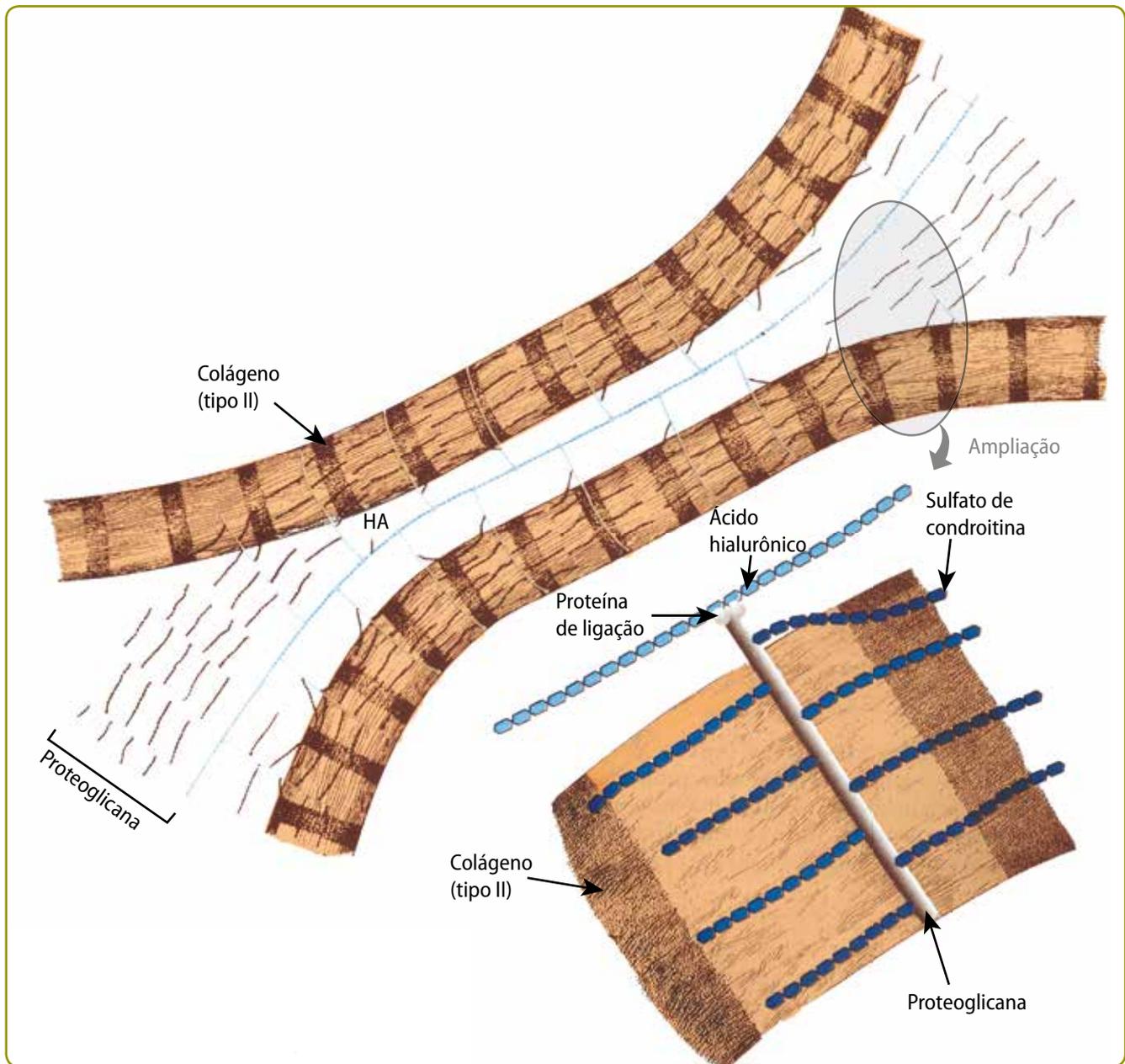


Figura 4.3 - Esquema proposto para a organização da matriz da cartilagem hialina. As proteínas de ligação unem, por covalência, a proteína central das proteoglicanas às moléculas muito longas do ácido hialurônico (HA). As cadeias de sulfato de condroitina da proteoglicana estabelecem ligações eletrostáticas com as fibras colágenas, contribuindo para a rigidez da matriz. (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 106)

Agregcana :
 Um agregado molecular :
 muito importante para :
 manter a rigidez da matriz :
 cartilaginosa. :

formar uma molécula enorme de agregcana. As moléculas de **agrecana** interagem com as fibrilas colágenas.

Veja na Figura 4.3, o que acabamos de descrever, em forma de um esquema da matriz:

O grande teor de água associada às moléculas de glicosaminoglicanas (chamada água de solvatação) da matriz atua

como um sistema de absorção de choques mecânicos de grande significado funcional, principalmente nas cartilagens articulares. É também através dessa água que ocorrem, por difusão, as trocas de metabólitos com outros tecidos. O processo todo é lento e difícil, a cartilagem apresenta um metabolismo baixo para compensar a falta de vasos sanguíneos. A espessura das peças cartilaginosas é limitada, em função da ausência de circulação sanguínea no tecido o que provoca oxigenação deficiente. Os condrócitos obtêm energia principalmente por anaerobiose.

Com a matriz semi-rígida e o metabolismo celular baixo, como a cartilagem cresce?

4.3 Crescimento da cartilagem

A cartilagem cresce de duas maneiras:

4.3.1. Crescimento intersticial

A cartilagem cresce de dentro para fora, por divisão mitótica dos condrócitos preexistentes, no interstício. Esse crescimento ocorre só nas primeiras fases de vida da cartilagem jovem. À medida que a cartilagem se torna cada vez mais rígida, esse tipo de crescimento torna-se inviável. Então, temos o tipo mais comum de crescimento, descrito a seguir.

4.3.2 O Crescimento aposicional

Ocorre na periferia da cartilagem **a partir do pericôndrio**, que contém células com potencial para formar cartilagem. A cartilagem cresce por proliferação celular e principalmente por síntese de matriz pelas células recém formadas. Localizados mais profundamente na matriz, aparecem grupos de até 8 células, chamadas grupos isógenos, porque têm origem numa mesma célula precursora.

Sabemos que o pericôndrio está na periferia da cartilagem, mas o que é o pericôndrio? E como a cartilagem cresce a partir dele?

O pericôndrio é um tecido conjuntivo associado à cartilagem, que além de nutri-la pelos vasos sanguíneos que contém, também fornece células para o seu crescimento.

É formado por tecido conjuntivo muito rico em fibras colágenas tipo I, na sua parte mais superficial. Na sua parte mais interna, voltada para a matriz cartilaginosa, o pericôndrio é muito rico em células condrogênicas, que darão origem aos condroblastos. Os condrócitos são células que foram circundadas pela matriz (Figura 4.2).

4.4 Regeneração da cartilagem

Quando as cartilagens são lesadas, a regeneração é deficiente. Por tudo o que já estudamos a respeito da cartilagem, não é difícil imaginar o motivo do processo de regeneração ser deficiente. A cartilagem regenera-se com dificuldade e geralmente de modo incompleto, salvo em crianças de pouca idade. No adulto, em caso de dano ao tecido, o pericôndrio fornece células que invadem a área lesada e originam um novo tecido cartilaginoso, que faz o reparo. Caso a área lesada seja muito grande, forma-se uma cicatriz de tecido conjuntivo denso, como acontece em qualquer outro tecido.

4.5 Degeneração da cartilagem

A cartilagem hialina está sujeita à degeneração frequente: os processos de degeneração são decorrentes da calcificação da matriz, que consiste na deposição de fosfato de cálcio sob a forma de cristais de hidroxiapatita. Nas cartilagens que servem de modelo para a formação dos ossos, a degeneração é um processo normal e essencial para a formação dos ossos, chamado de ossificação endocondral, ou seja, formação de tecido ósseo a partir de um modelo de cartilagem hialina.

Resumo

O **tecido cartilaginoso** é uma **forma especializada de tecido conjuntivo** de consistência rígida. Esse tecido apresenta uma **matriz rígida** composta por abundante material extracelular e células alojadas em lacunas. As **células** são: os **condroblastos** e **condrócitos**. As cartilagens, exceto a cartilagem fibrosa e a cartilagem hialina das articulações, são envoltas por pericôndrio. O **crescimento** da cartilagem ocorre por crescimento **intersticial**, de dentro para fora, e crescimento por **aposição**, que ocorre na periferia. Nesse caso a fonte de células condrogênicas é o pericôndrio. A cartilagem é **avascular** e é **nutrida** pelo **pericôndrio**. Nas **cartilagens das articulações onde não há pericôndrio**, a nutrição é feita pelo líquido sinovial. A nutrição ocorre por difusão através da água de solvatação da matriz. As proporções variáveis de fibras colágenas e elásticas dispersas na matriz originam **três tipos principais de cartilagem: hialina, elástica e fibrosa**.

Referências

BURKITT, H. George; WHEATER, Paul R.; YOUNG, Barbara; HEATH, John W. **Histologia funcional**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 409p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Atlas de histologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 322p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de histologia em cores**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 576p.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 33+427p.

Tecido Ósseo

Veremos nesse capítulo como está organizado o tecido mais duro do organismo. Estudaremos suas células e como está arranjada sua matriz calcificada, bem como suas variações no modo de organização.

Na natureza temos o tecido ósseo, um tecido diferente dos demais, com uma matriz endurecida que forma o sistema esquelético e facilita os movimentos, protege partes moles como a caixa craniana e a medula espinhal (proteção do sistema nervoso) e a caixa torácica (proteção do coração e pulmões). Vamos pensar um pouco, até agora todos os tecidos são moles, cheio de células vivas e irrigados para sobreviver.

No tecido cartilaginoso, a ausência de vasos sanguíneos no interior da matriz, favorece a manutenção da rigidez da matriz cartilaginosa, mas, sendo assim, as peças cartilaginosas não podem ser muito espessas, uma vez que a nutrição e oxigenação acontece por difusão, a partir dos vasos que estão no pericôndrio (tecido conjuntivo na periferia).

Pelas funções que o tecido ósseo desempenha, não pode ser um tecido muito fino, uma vez que sua função é suportar pressão, evitando que tecidos importantes sofram danos.

Perguntas: 1 – O tecido ósseo apresentando uma matriz dura, é um tecido vivo ou morto? 2 – É irrigado ou não?

Pense a respeito, formule suas hipóteses sobre as questões e confira no texto a seguir a engenhosidade de organização do tecido ósseo.

5. Tecido Ósseo

O osso é uma forma especializada de **tecido de sustentação** no qual os **componentes extracelulares são mineralizados**, o

que o torna um tecido **muito duro e rígido**, mas com algum grau de elasticidade. Por essas características, desempenha **quatro funções** principais:

1. Proporcionar apoio mecânico – as costelas, por exemplo, estruturam a caixa torácica auxiliando nos movimentos respiratórios.
2. Facilitar a locomoção – por exemplo, formando um sistema de alavancas com os ossos longos do esqueleto, ampliando as forças geradas na contração muscular.
3. Promover proteção – por exemplo, a caixa craniana protege o cérebro, que é formado por tecido muito frágil.
4. Atuar como reservatório de sais minerais – cálcio, fosfato e outros íons orgânicos, armazenando-os ou liberando-os de maneira controlada para mantê-los em concentração equilibrada nos líquidos corporais.

Em resposta às alterações das tensões mecânicas e às demandas da homeostase de cálcio (equilíbrio nas concentrações), todos os ossos do corpo estão em um estado dinâmico de crescimento e reabsorção durante a vida toda.

5.1 Matriz Óssea

Como outros tecidos conjuntivos de sustentação, **o osso é composto de células** e uma **matriz extracelular orgânica** contendo uma substância fundamental de proteoglicanas e fibras colágenas (colágeno tipo I). A natureza dura e rígida do osso é devida ao **depósito** de íons inorgânicos na matriz, principalmente **fosfato de cálcio** na forma de cristais de hidroxapatita (semelhantes a uma agulha de duas pontas afiladas). **A matriz extracelular orgânica mais os íons inorgânicos formam a matriz óssea.** Para efeitos de estudos, a parte orgânica da matriz pode ser retirada na queima do osso. Após a queima, são mantidas intactas a estrutura e a forma do osso, mas esse fica muito quebradiço. Quando retiramos a parte inorgânica da matriz, por descalcificação, o osso torna-se muito flexível, perdendo a sua principal característica física, a dureza. A descalcificação óssea é feita por imersão prolongada em ácidos fortes.

As **peças ósseas são revestidas** internamente e externamente por tecido conjuntivo, denominados respectivamente de **endóstio** e **perióstio**.

5.2 Células ósseas

5.2.1 Tipos celulares

São quatro tipos celulares envolvidos na produção, manutenção e modelação óssea, respectivamente: as células osteoprogenitoras (1), osteoblastos (2), osteócitos (3) e, osteoclastos (4).

Osteoide

É uma forma especializada de colágeno tipo I, infiltrado em um gel de glicosaminoglicanas, que rapidamente sofre mineralização para formar o osso.

(1) **As células osteoprogenitoras**, que se localizam na camada interna do perióstio e revestem os canais ósseos no endóstio, originam os osteoclastos. (2) Os **osteoblastos** localizam-se na **periferia da matriz óssea**, sendo responsáveis pela **síntese e secreção** do componente orgânico da matriz extracelular do novo osso, conhecido como **osteoide**.

Quando os osteoblastos ficam aprisionados dentro da matriz são denominados osteócitos; (3) os **osteócitos** estão situados em cavidades ou lacunas no interior da matriz e são responsáveis pela manutenção da matriz óssea. Sua morte é seguida de reabsorção da matriz e; (4) os **osteoclastos** são células com núcleos múltiplos, grandes, ramificadas e móveis, cuja função é fazer **reabsorção óssea**. Acredita-se que sejam derivados dos monócitos do sangue. São importantes no processo de remodelação óssea durante o crescimento ósseo, por exemplo. São **encontrados** em pequenas depressões ósseas, denominadas lacunas de **Howship**. Observe nas Figuras 5.1 A e B as células ósseas em preparado de osso descalcificado.

Rotineiramente, a mineralização da matriz não permite cortes ao micrótomo, assim, o material é preparado por desgaste. Com essa técnica, as células não são preservadas para estudos ao microscópio de luz, mas, a morfologia da matriz mineralizada é mantida (Figura 5.2).

Recentemente, surgiram acrílicos para imersão do osso sem prévia descalcificação; usando bisturis com borda de diamante, os cortes podem ser feitos e a seguir corados, preservando detalhes tanto de células quanto da matriz calcificada. Esse método é muito utilizado no estudo de mineralização e seus distúrbios.

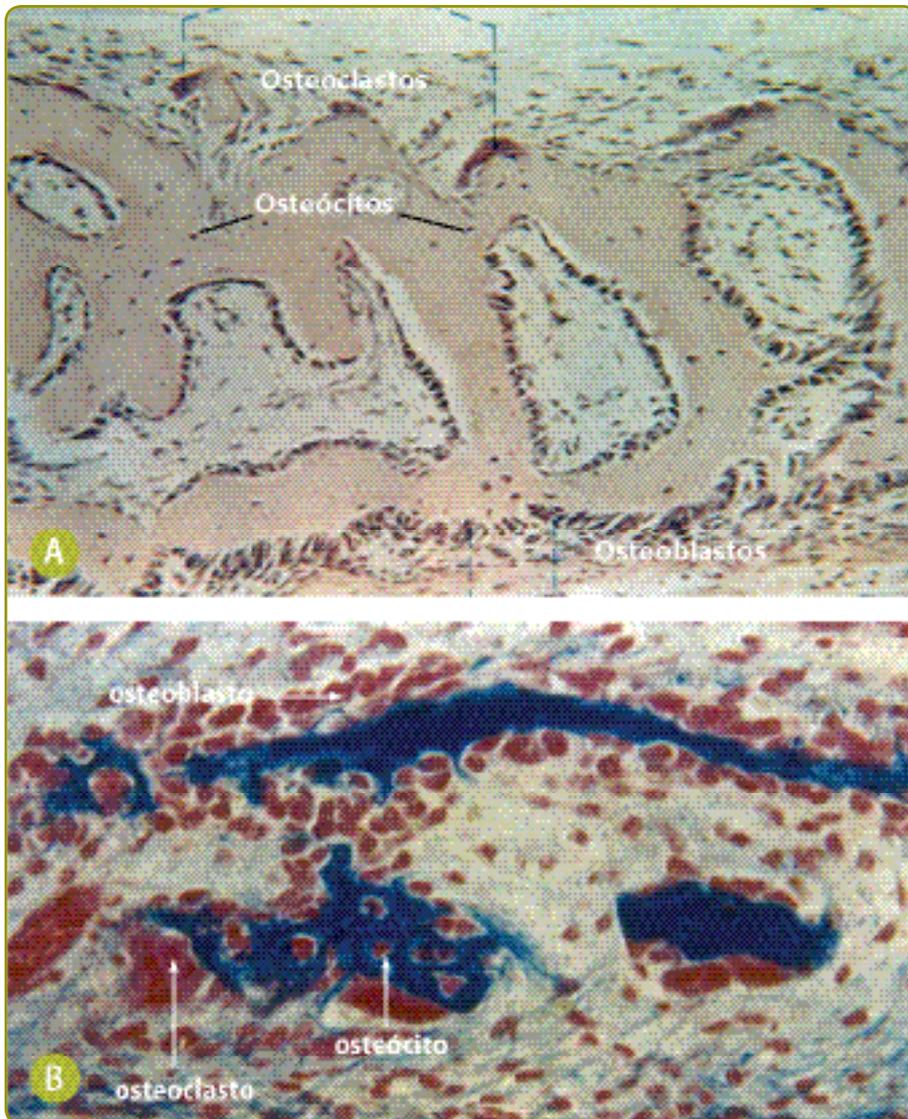


Figura 5.1 - (A). Osso descalcificado mostrando localização das células ósseas com coloração em H.E.; (B) Células ósseas, numa ampliação maior que a Figura anterior, com coloração em Mallory. (Adaptado de HAMMERSEN; SOBOTTA, 1978, p. 75)

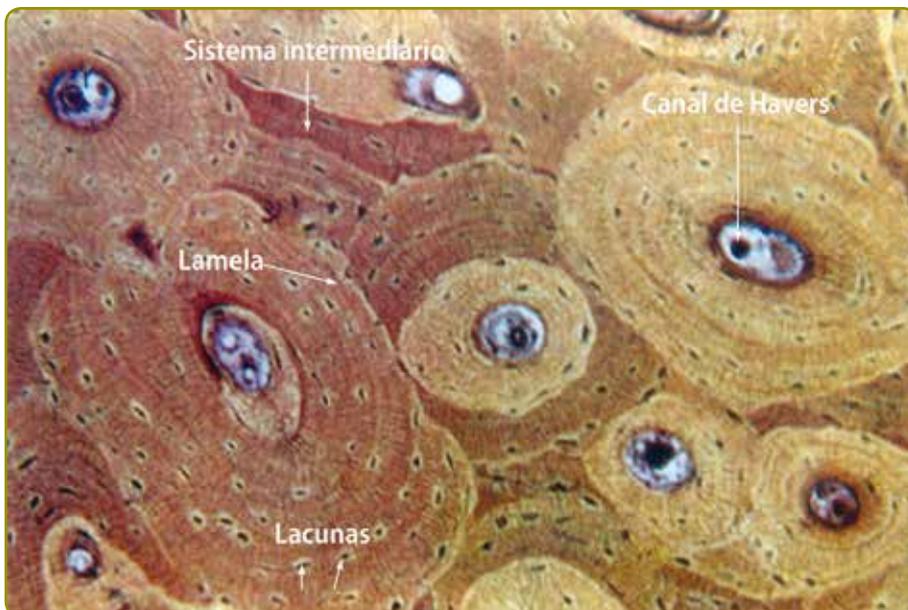


Figura 5.2 - Osso compacto desgastado mostrando a organização dos seus componentes. (Adaptado de HAMMERSEN; SOBOTTA, 1978, p. 75)



Figura 5.3 - Fotomicrografia de osso desgastado, em grande aumento, destacando os canaliculos (setas). (L) Lacuna. (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 111)

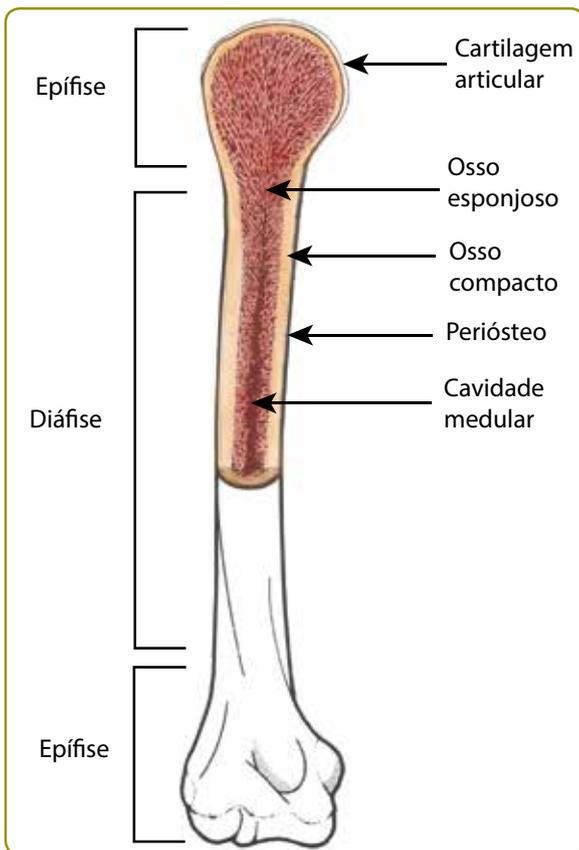


Figura 5.4 - Diagrama de osso longo. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 174)

Como está organizado o tecido ósseo?

Como a matriz está calcificada, não ocorre difusão de nutrientes através dela. A nutrição das células ósseas é feita através de pequenos canais presentes no interior da matriz, os canaliculos, onde estão alojados os prolongamentos celulares dos osteócitos (Figura 5.3).

5.3 Variedades de tecido ósseo

Observando-se a olho nu uma peça óssea serrada, podemos identificar osso **compacto ou cortical**, sem cavidades visíveis, e **osso esponjoso**, onde estão presentes muitas cavidades intercomunicantes, ocupadas por medula óssea (Figura 5.4).

Essa classificação é macroscópica e não histológica, pois **ambos** os tipos, compacto e esponjoso, **têm a mesma estrutura histológica básica**. Vejamos as Figuras 5.5 A e B. **Histologicamente**, existem **dois tipos de tecido ósseo: imaturo ou primário e maduro, secundário ou lamelar**. O que diferencia os dois tipos é o modo de disposição das fibras colágenas, pois ambos possuem as mesmas células e os mesmos constituintes da matriz.

5.3.1 Osso imaturo ou primário

No osso **imaturo ou primário** as **fibras colágenas se dispõem irregularmente** (Figuras 5.6 A e B), sem uma orientação definida. Esse tipo ósseo é menos mineralizado (maior permeabilidade aos raios X). Em cada peça óssea, esse é o primeiro tecido ósseo que aparece, sendo **substituído gradativamente** por tecido ósseo lamelar ou secundário (mais organizado).

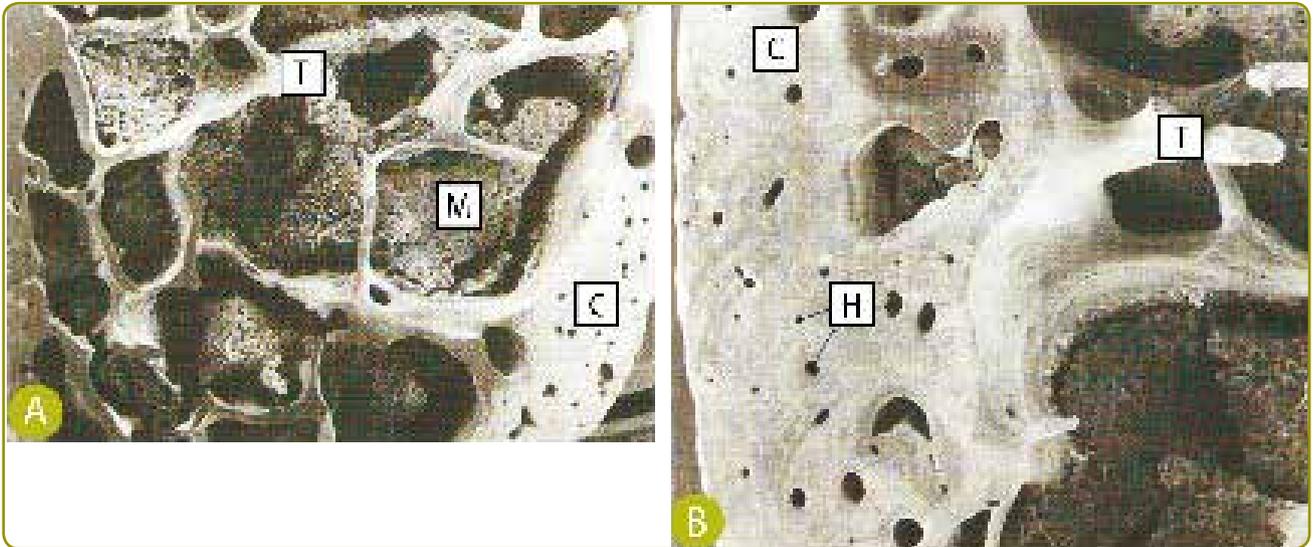


Figura 5.5 - (A) Eletromicrografia de varredura em pequeno aumento mostrando osso cortical [C], região da medula [M] e osso trabecular [T]. (B) Em médio aumento, mostrando mais detalhes do osso cortical [C], trabecular [T] e do sistema de Havers [H]. (Adaptado de STEVENS; LOWE, 2002, p. 235)

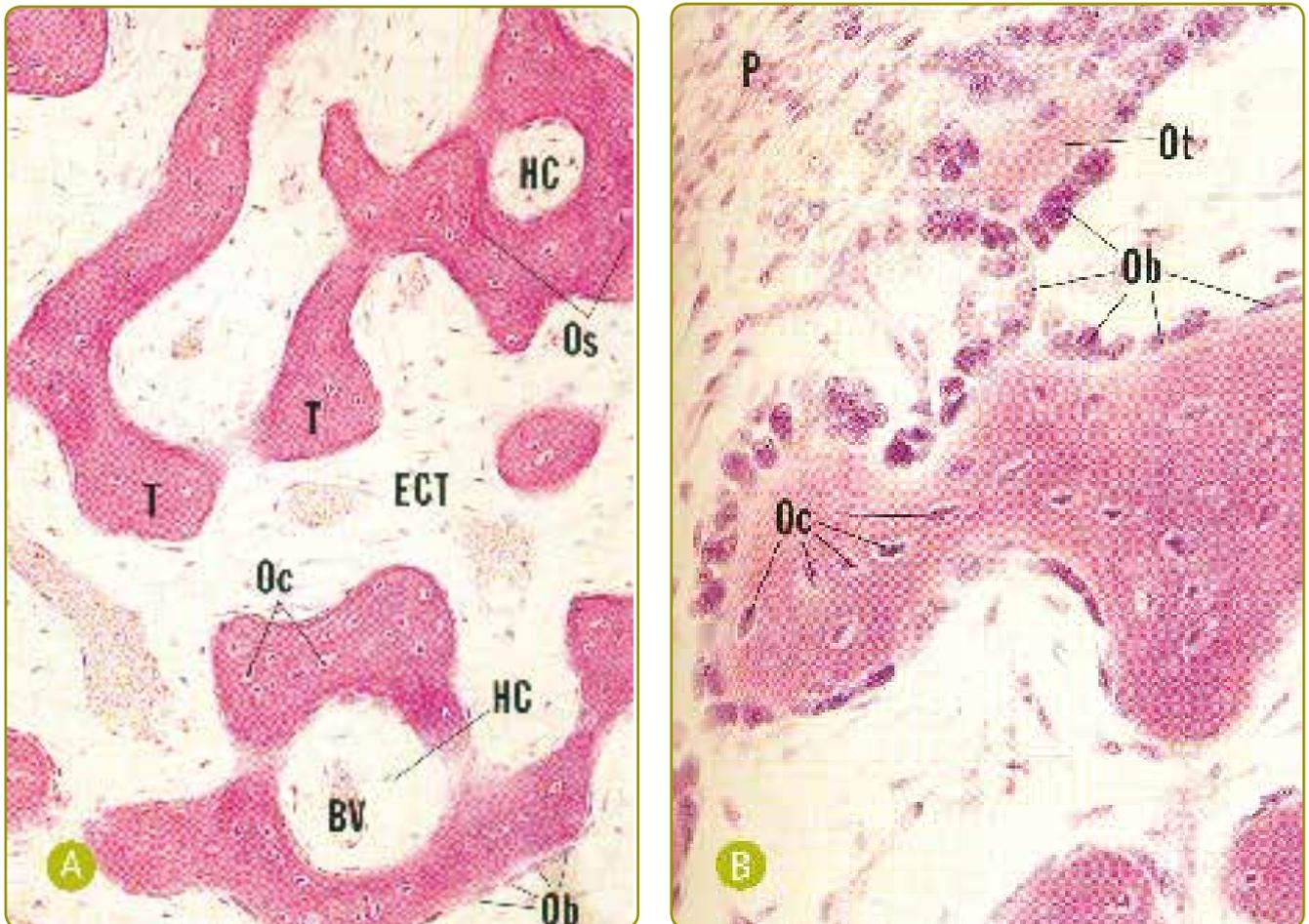


Figura 5.6 - Osso em formação. (A) Ossificação intramembranosa. Observe as trabéculas [T] anastomosadas formando osteons [Os] primitivos, em torno dos canais de Havers [HC] primitivos. Vaso sanguíneo [BV]. Osteócito [Oc]. Osteoblasto [Ob]. Tecido conjuntivo [ECT]. (B) Ossificação intramembranosa em maior aumento. Perióstio [P]; Osteócito [Oc]; Osteoblasto [Ob]; Osteoide [Ot]. (GARTNER; HIATT, 1993, p. 59)

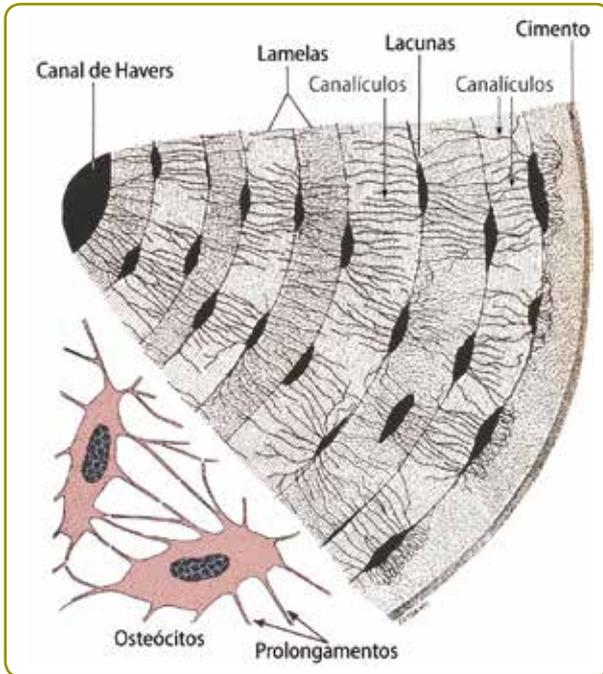


Figura 5.7 - Esquema mostrando parte de um sistema de Havers. (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 114)

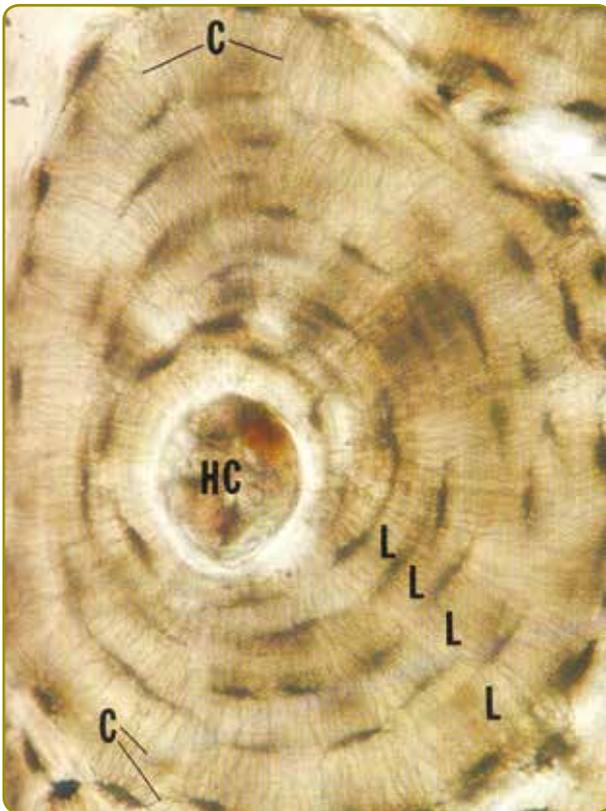


Figura 5.8 - Osso desgastado, mostrando um Sistema de Havers. Canaliculo [C]; Lamela [L]; Canal de Havers [HC]. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 1993, p. 59)

5.3.2 Osso maduro, secundário ou lamelar

No **osso maduro (secundário ou lamelar)**, as **fibras colágenas se organizam em lamelas** de 3 a 7 μm de espessura, que podem ficar paralelas umas às outras, ou se dispor em camadas concêntricas em torno de canais com vasos **formando os sistemas de Havers ou ósteon** (Figuras 5.7 e 5.8). É o tipo geralmente encontrado no adulto. O tecido ósseo secundário que contém sistemas de Havers é frequentemente chamado de sistema Harvesiano, sendo característico da diáfise dos ossos longos.

Cada sistema de Havers ou ósteon é formado por um cilindro longo às vezes bifurcado, paralelo à diáfise e formado por **4 a 20 lamelas concêntricas**. No centro desse cilindro há um canal, revestido de endóstio, o **canal de Havers** que contém vasos e nervos. **Os canais de Havers comunicam-se entre si**, com a cavidade medular e com a superfície externa do osso, **por meio de canais transversais ou oblíquos, os canais de Volkmann**. Estes se distinguem dos canais de Havers por não apresentarem lamelas ósseas concêntricas. Todos os canais vasculares existentes no tecido ósseo aparecem quando a matriz óssea se forma ao redor de vasos preexistentes. Os sistemas de Havers estão em constante renovação, até mesmo no adulto, sendo comum encontrar sistemas em formação, com algumas lamelas e canal central de grande diâmetro. **Entre os vários sistemas de Havers**, há grupos irregulares de lamelas, geralmente de forma triangular,

chamados de **sistemas intermediários ou lamelas ósseas intersticiais**. Os **sistemas, ou lamelas circunferenciais** internas e externas são lamelas ósseas paralelas entre si, formando duas faixas: uma mais interna, em volta do canal medular, e a outra na parte mais externa, próxima ao perióstio. Na Figura 5.9 podemos observar o esquema do osso cortical (diáfise do osso longo).

• **Sistemas Intermediários**

• Estes sistemas provêm principalmente de restos de sistemas de Havers que foram parcialmente destruídos durante o crescimento do osso.

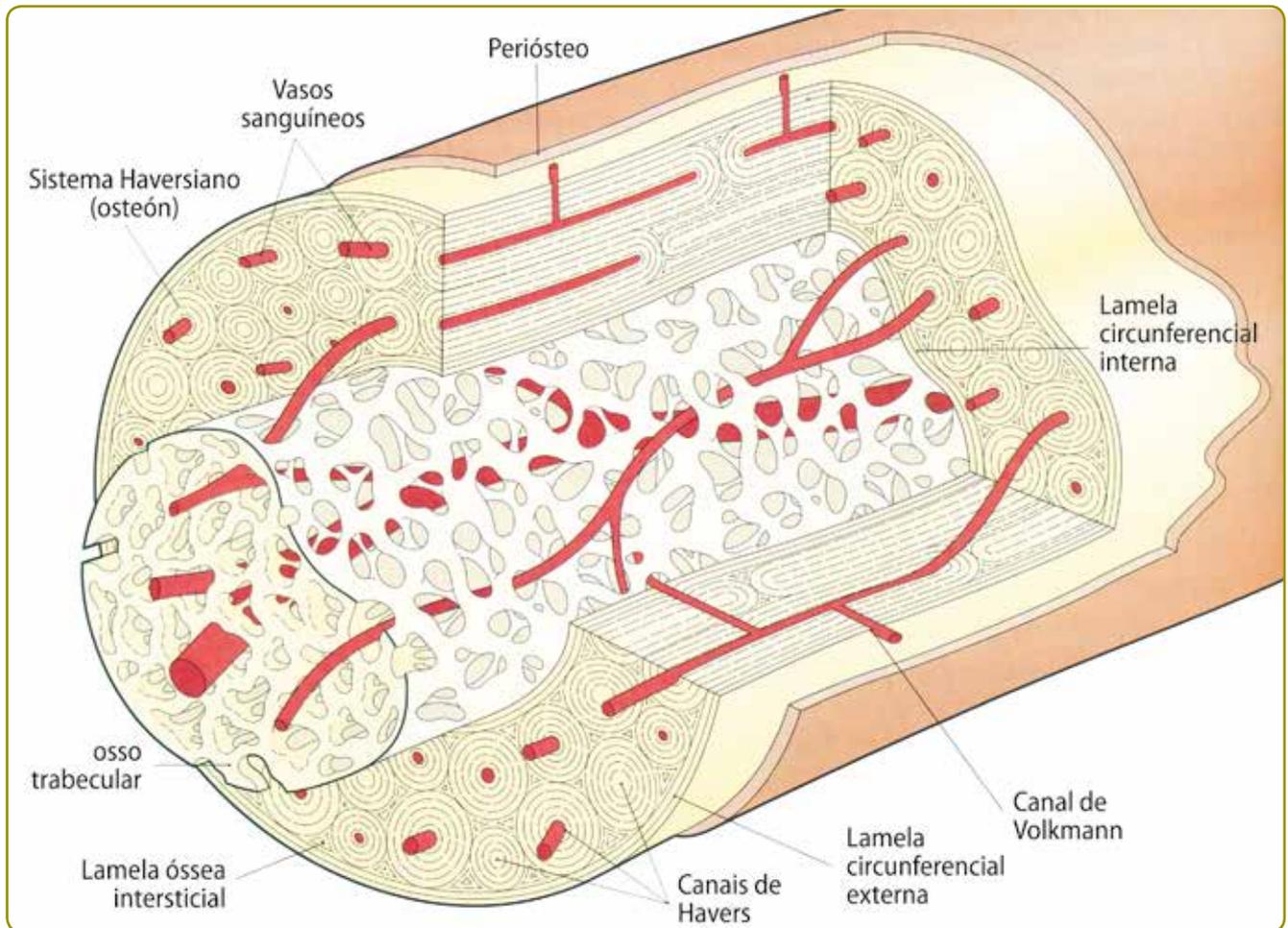


Figura 5.9 - Diagrama de um osso cortical, apresentando uma rede de canais de Havers longitudinalmente, interligados aos canais transversais de Volkmann. Por estes canais correm vasos sanguíneos e nervos. Note as camadas concêntricas de osso lamelar em torno dos canais de Havers, formando o sistema Harvesiano ou osteon. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 236)

5.4. Endóstio e perióstio

As **superfícies internas e externas** dos ossos são recobertas por células osteogênicas e tecido conjuntivo, que constituem o endóstio e o **perióstio**, respectivamente (Figura 5.10).

O **perióstio é formado por uma lâmina de tecido fibroso** condensado, que contém numerosas **células osteoprogenitoras** muito

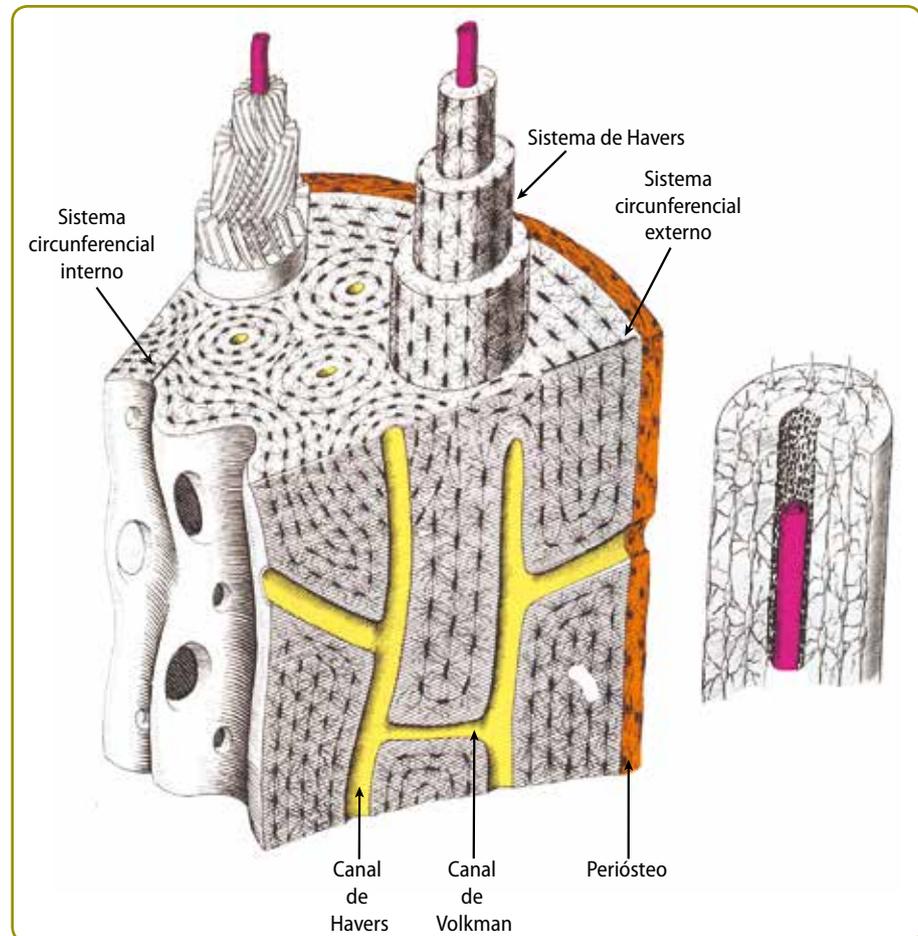


Figura 5.10 - Esquema da organização geral do tecido ósseo secundário ou lamelar. (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 118)

semelhantes aos fibroblastos. Desempenha um importante papel no reparo de fraturas ósseas e sua ausência pode levar a um retardo ou falha de cicatrização. Durante o crescimento ou reparo do tecido ósseo, **as células osteoprogenitoras diferenciam-se em osteoblastos** que são responsáveis pela deposição de lamelas concêntricas de osso, determinando o crescimento por aposição. O perióstio é ricamente vascularizado e está fortemente **unido ao osso subjacente** por feixes de fibras colágenas, denominadas **fibras de Sharpey**. Não há perióstio nas superfícies articulares dos ossos e nos pontos de inserção dos tendões e ligamentos.

O **endóstio** é geralmente delgado, constituído por uma camada de células osteogênicas achatadas, revestindo as cavidades do osso esponjoso, o canal medular, os canais de Havers e os canais transversais (ou de Volkmann). Observe nas Figuras 5.9 e 5.10 a organização geral do tecido ósseo secundário ou lamelar.

5.5. Mineralização óssea

A rigidez e dureza do osso são devidas aos sais minerais depositados na matriz do osteoide, sais de hidróxido de cálcio e fosfato, que forma um complexo cristalino chamado de hidroxiapatita $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$. Vários fatores atuando em conjunto determinam a ocorrência da mineralização do osteoide, entre eles uma concentração local que supere o limiar de íons Ca^{+2} e PO_4^{-3} . No osteoide há uma glicoproteína, a osteocalcina, capaz de se ligar aos íons Ca^{+2} do meio extracelular, num evento que promove a elevação da concentração local de cálcio. Por sua vez, como contribuição ao processo envolvendo os íons de Ca^{+2} e PO_4^{-3} , a enzima fosfatase alcalina presente em abundância nos osteoblastos também é capaz de aumentar a concentração desses íons e, como eles produzem as vesículas da matriz, podem armazenar íons Ca^{+2} e PO_4^{-3} . Assim, as vesículas da matriz se tornam um importante elemento na deposição de sais minerais no osteoide, iniciando o processo de precipitação dos cristais de hidroxiapatita, que se tornam confluentes com outras vesículas, processando uma rápida mineralização do osteoide.

Na Figura 5.11 pode ser visto um esquema de eventos, que explicaria a mineralização óssea no osteoide recém formado.

5.6. Modelação óssea

Tão logo ocorra a deposição mineral no osteoide, a matriz e seu suporte são remodelados, de modo que em visualização ao microscópio de luz, em osso desgastado, será possível ver sempre lamelas incompletas, com aspecto de sobreposição. No crescimento fetal e na infância a síntese osteoblástica de matriz é intensa, sendo mineralizada em seguida. A modelação acontece a partir das tensões mecânicas (estiramento e compressão) no local. Assim, a modelação acontece a partir da deposição de osso novo pelos osteoblastos ativos e pela reabsorção seletiva de osso formado pelos osteoclastos, de modo perfeitamente equilibrado (Figura 5.12).

Figura 5.11 – Esquema de eventos possíveis na mineralização óssea no osteoide recém formado. Note a camada de células representando os osteoblastos, liberando vesículas da matriz recém formada, zona A, onde também estão presentes colágeno e glicosaminoglicanas. A zona B representa o início da mineralização das vesículas da matriz, com deposição de novos cristais de hidroxiapatita e, a zona C representa um grau mais avançado de deposição de sais minerais, com vesículas mais velhas misturadas às novas deposições. A zona D representa uma fase intermediária, quase confluyente de vesículas de matriz remanescente, sendo que a zona E representa a mineralização completa, sendo obscurecido o colágeno adjacente. (STEVENS; LOWE, 2001, p.241)

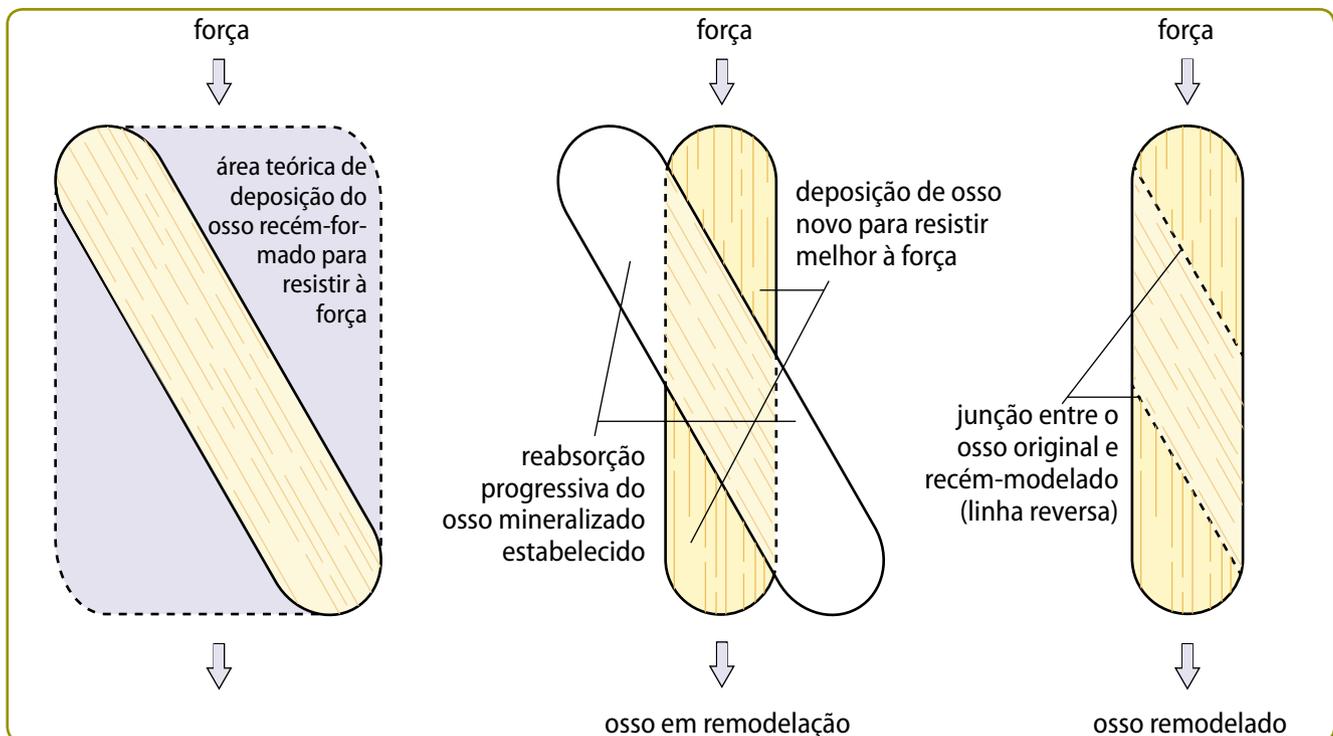
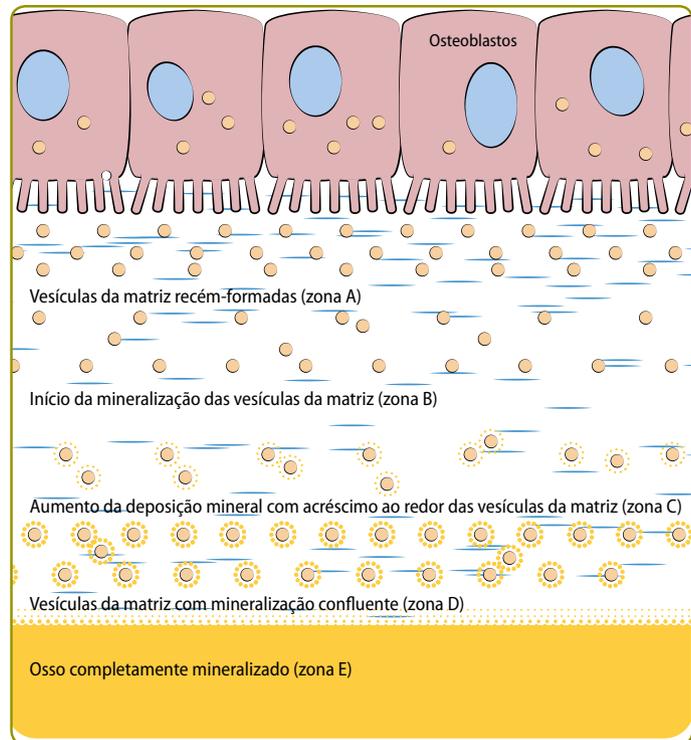


Figura 5.12 – Esquema de modelação óssea, onde podem ser visualizadas etapas da modelação num segmento ósseo, inicialmente mal orientado em relação à direção das forças expostas (A); demonstração de como o osso pode ser remodelado para resistir melhor às forças expostas (B) ; exemplo de como fica o osso após as remodelação final (C). (STEVENS, LOWE, 2002, p. 243)

Quadro 5.1 – Neste quadro podemos comparar alguns eventos na modelação óssea:

Evento	Células Envolvidas	Estímulo
Reabsorção óssea seletiva	Osteoclastos em contato com o osso	Hormônio das paratireoides (paratormônio) em resposta a baixos níveis séricos de cálcio; tensões mecânicas.
Inibição da reabsorção óssea	Ação direta sobre os osteoclastos	Calcitonina (antagônico ao paratormônio): inibe a reabsorção com efeito direto sobre os osteoclastos e também atua sobre os rins, diminuindo os níveis de cálcio e fosfato no sangue.
Manutenção da massa óssea	Osteoblastos e osteoclastos	Osteoblastos e osteoclastos são capazes de aumentar sua atividade como resposta ao aumento de atividade física ou fratura, que demandam processos de reparação e remodelação.

5.5.1 Osteoporose

A osteoporose está relacionada à diminuição da massa óssea a níveis tão críticos, que fraturas espontâneas podem acontecer no indivíduo acometido. Está relacionada especialmente com a idade e níveis hormonais. Até bem pouco tempo atrás, acreditava-se que só as mulheres mais velhas podiam sofrer com a osteoporose. Estudos recentes revelam, no entanto, que homens a partir dos 60 anos também podem sofrer do mal. Em geral, nas mulheres com idade em torno dos 40 anos a doença já pode ser detectada. As terapias podem ser com estratégias de reposição hormonal, mas a reposição de estrógenos nas mulheres após a menopausa, muitas vezes conflita com problemas de sensibilidade e predisposição ao câncer de mama estrogênio-dependente. Atualmente existem medicamentos para reposição e suplementação de cálcio, que aliados ao controle dos níveis de vitamina D e atividades físicas regulares (com melhora no equilíbrio evitando quedas), permite em geral a reversão dos níveis de fragilidade óssea da **osteoporose**,

para níveis de **osteopenia** (quando o osso está mais frágil que na juventude, porém mais denso que na osteoporose), especialmente com a vantagem de evitar as fraturas, que podem ser muito deletérias em idades mais avançadas.

Resumo

O osso é uma forma especializada de **tecido de sustentação** no qual **os componentes extracelulares são mineralizados**, o que o torna um tecido **muito duro e rígido**, mas com algum grau de elasticidade. Tem como funções: **apoio mecânico**, facilitar a **locomoção**, proporcionar **proteção** para tecidos moles e **reservatório de sais minerais**.

O osso é composto de **células** e uma **matriz extracelular orgânica** contendo a substância fundamental de proteoglicanas e fibras colágenas. A **natureza dura e rígida** do osso é devida aos íons inorgânicos depositados na matriz, principalmente o **fosfato de cálcio**.

As peças ósseas são geralmente revestidas internamente e externamente por tecido conjuntivo, contendo células osteoprogenitoras, denominados respectivamente de **endóstio** e **perióstio**. Ambos são **responsáveis pelo crescimento ou reparo do tecido ósseo**.

As células ósseas são quatro: (1) **células osteoprogenitoras**, (2) **osteoblastos**, (3) **osteócitos** e (4) **osteoclastos**. Histologicamente existem dois tipos de tecido ósseo: no **imaturo ou primário** as fibras colágenas se dispõem irregularmente e no **maduro, secundário ou lamelar** as fibras colágenas se organizam em **lamelas** dispostas em camadas concêntricas em torno de canais centrais com vasos os **canais de Havers, formando os sistemas de Havers** ou **osteon**. Os canais de Havers comunicam-se entre si, com a cavidade medular e com a superfície externa do osso, por meio de **canais transversais** ou oblíquos, **os canais de Volkmann**.

Referências

BURKITT, H. George; WHEATER, Paul R.; YOUNG, Barbara; HEATH, John W. **Histologia funcional**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 409p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Atlas de histologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 322p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de histologia em cores**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 576p.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 33+427p.

HAMMERSEN, Frithjof; SOBOTTA, Johannes. **Atlas de histologia: citologia, histologia e anatomia microscopica**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 266p.

Tecido nervoso

Neste capítulo estudaremos como é formado o tecido que comanda o organismo, como são suas células em correlação com as funções desempenhadas e como está dividido o tecido nervoso.

Vamos estudar agora o tecido que faz o comando das atividades do nosso organismo.

As principais células desse tecido são os neurônios. Os neurônios estão organizados de maneira que podem: receber informações do meio externo ou de outros neurônios, gerar um comando (impulso nervoso) e passar a ação para a célula efetora (que vai realizar o trabalho), como por exemplo, um músculo ou uma glândula (Figura 6.1).

As células nervosas são ramificadas e os neurônios têm seu corpo celular localizado no cérebro, no cerebelo e na medula espinhal (protegidos dentro de caixa óssea do crânio e da medula espinhal). E, seus prolongamentos celulares (às vezes bem longos) podem formar os nervos que se encontram dispersos no tecido conjuntivo, innervando as células do organismo.

6.1 Como se caracteriza o tecido nervoso

O tecido nervoso é formado por células altamente especializadas responsáveis pela condução de estímulos, estabelecendo uma comunicação rápida e específica reunindo e processando informações e gerando respostas. O sistema nervoso se divide em sistema nervoso central, que compreende o cérebro e a medula espinhal, e o sistema nervoso periférico que compreende os nervos e gânglios nervosos.

6.2 Neurônios

As células nervosas, os neurônios (Figura 6.1), são responsáveis pela comunicação entre variados tipos de células, reunindo informações dos receptores sensoriais, processando informações e

originando uma memória e gerando sinais específicos para células efetoras (que vão realizar uma determinada ação).

Como é a forma de um neurônio?

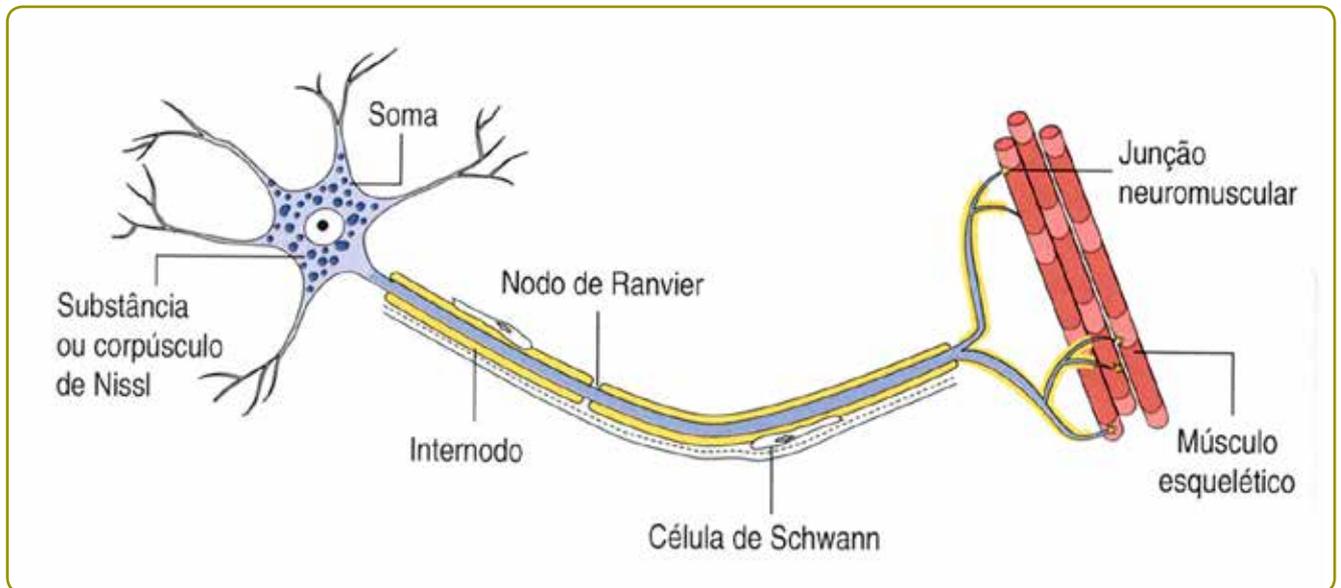


Figura 6.1 Esquema de um neurônio mostrando seus componentes e sua relação com o músculo esquelético. (KIERSENBAUM; TRES, 2012, p.251)

O neurônio se apresenta normalmente como uma célula de núcleo claro, com nucléolo bem visível, sendo constituído por um corpo celular, ou pericário, onde estão situadas praticamente todas as organelas citoplasmáticas responsáveis pela manutenção da célula. Todas as características histológicas de um neurônio apresentam uma célula com alta atividade e demanda energética.

A presença de um núcleo grande com nucléolo evidente mostra uma atividade intensa de transcrição, assim como a presença de retículo endoplasmático granular (REG), muito abundante para a síntese de proteínas. O REG que pode ser detectado nos preparados de microscopia de luz, corados em púrpura (H.E.), sendo chamado de substância de Nissl. A substância de Nissl pode ser vista no corpo celular e nos dendritos, mas nunca foi vista no axônio.

6.2.1 De acordo com a função, existem diferentes formas de neurônios

Para evidenciar a anatomia celular, podemos dividir os neurônios em **motores**, **sensoriais** e **interneurônios**. Os **neurônios motores**

possuem corpos celulares grandes, necessários para o suporte metabólico, que demanda o longo axônio e muitos dendritos, o que os classifica como **neurônios multipolares**. Os **neurônios sensoriais** são células chamadas **pseudounipolares**, caracterizadas por um prolongamento principal, que se divide em dois ramos, sendo que um dos ramos segue em direção ao sistema nervoso e o outro ramo segue em direção ao órgão ou região sensorial do corpo. Os **interneurônios**, por sua vez, são células pequenas com prolongamentos curtos, que fazem conexões locais no sistema nervoso central, sendo muitas dessas células do tipo **bipolar**, ou seja, apresentam dois prolongamentos principais de mesmo tamanho, sendo um **dendrítico** e outro **axonal**. Na Figura 6.2 temos exemplos de tipos de neurônios.

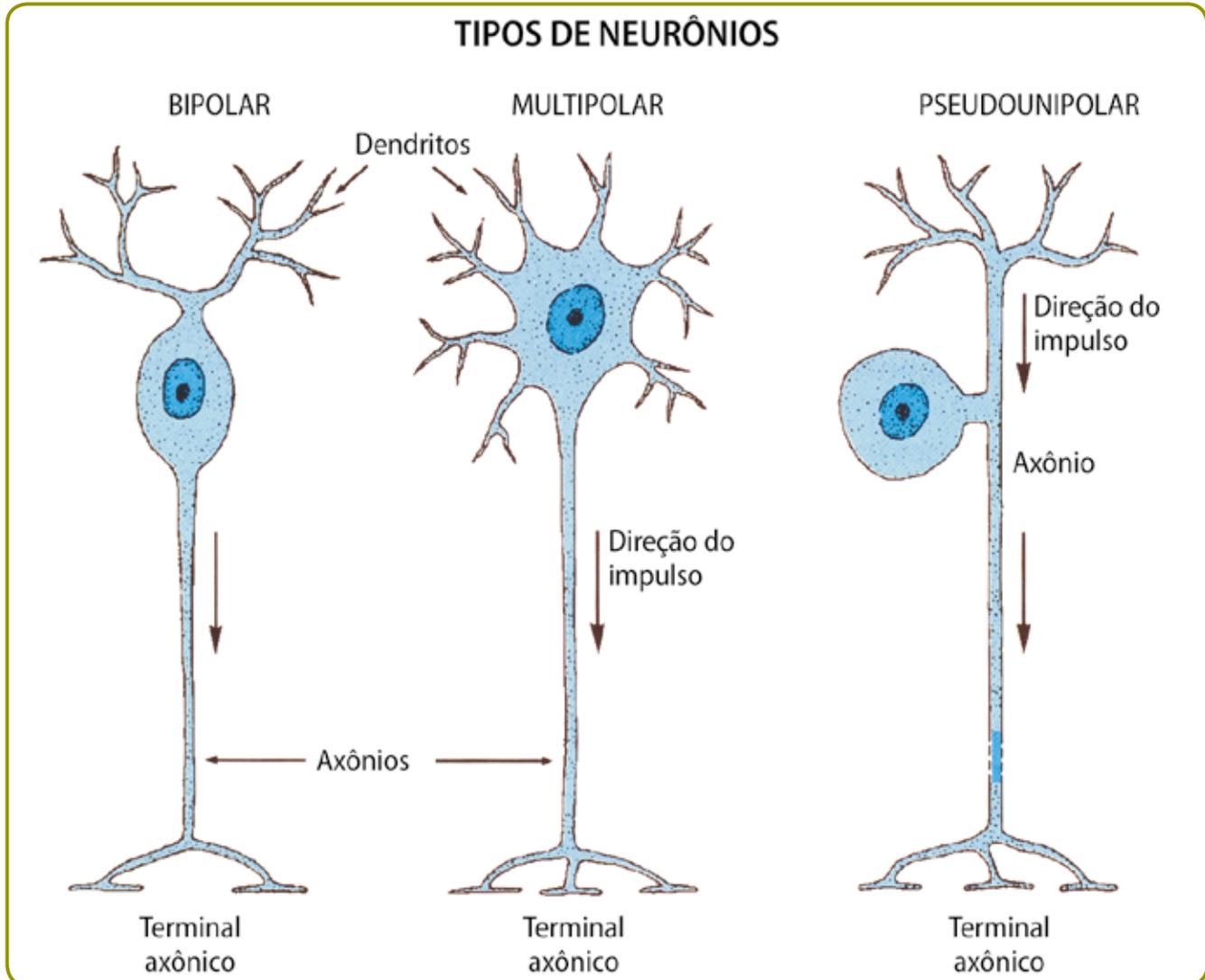


Figura 6.2 - Tipos de neurônios. (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 131)

6.3 Sinapses

As **estruturas de comunicação entre as células nervosas** são chamadas de sinapses, que são especialidades de junções celulares, capazes de captar estímulos químicos, de substâncias específicas, que geram respostas específicas. Cada sinapse possui tipos específicos de substâncias químicas, chamadas de neurotransmissores, contidos nas vesículas sinápticas. Além de vesículas, os botões sinápticos possuem muitos **neurofilamentos**, assim como numerosas mitocôndrias, dado que o consumo energético é bastante grande. A membrana da célula que contém o botão e as vesículas sinápticas é chamada de **membrana pré-sináptica**. O **espaço** entre as membranas de duas células que se comunicam por sinapse é chamado de **fenda sináptica** e a membrana da célula que recebe o estímulo da sinapse é chamada de **membrana pós-sináptica** (Figura 6.3).

- **Neurofilamentos**
- Filamentos finos dos neurônios que ajudam na estrutura esquelética da célula e, aparentemente, também no transporte das vesículas.

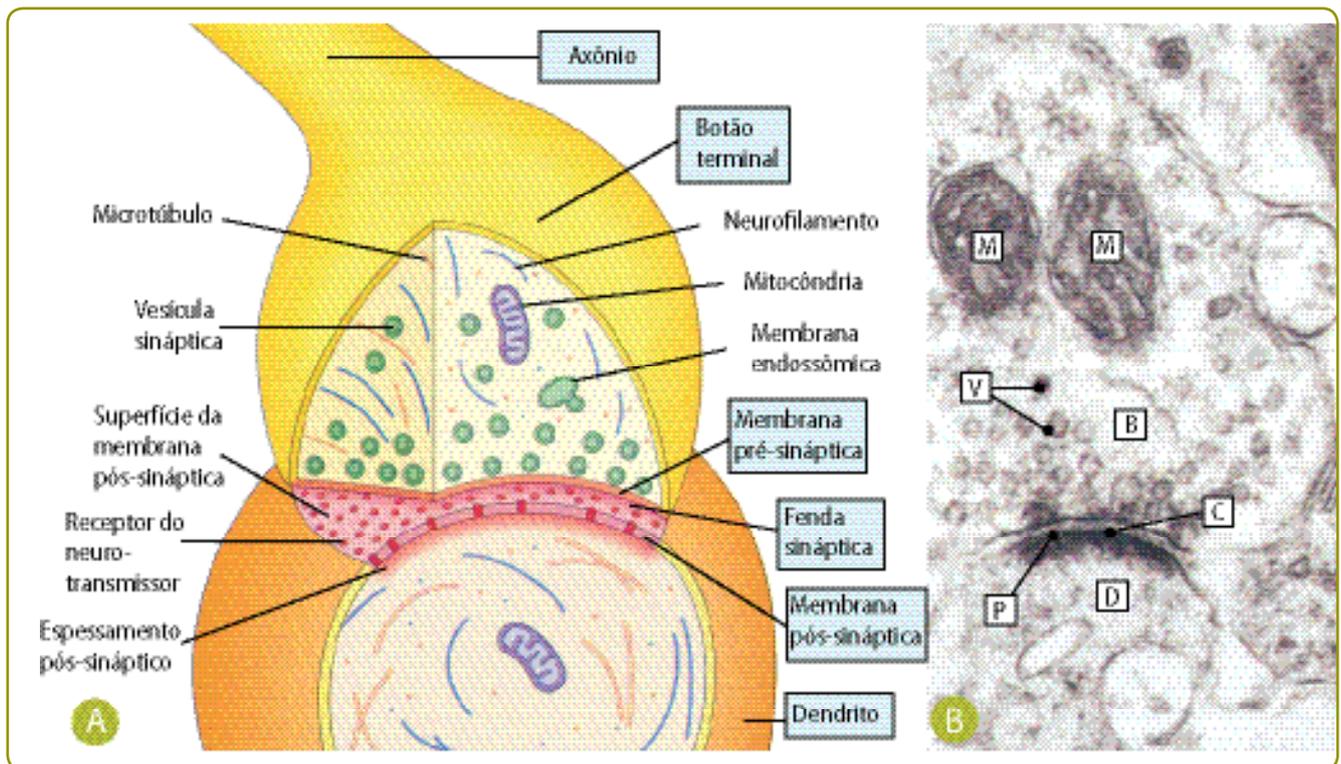


Figura 6.3 - (A) Esquema da sinapse, mostrando a porção terminal de um axônio, formando um botão sináptico na superfície de um dendrito. (B) Fotomicrografia eletrônica mostrando as estruturas de um botão sináptico [B]: vesículas [V], mitocôndrias [M], fenda sináptica [C], membrana pós-sináptica [P], dendrito [D]. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 80)

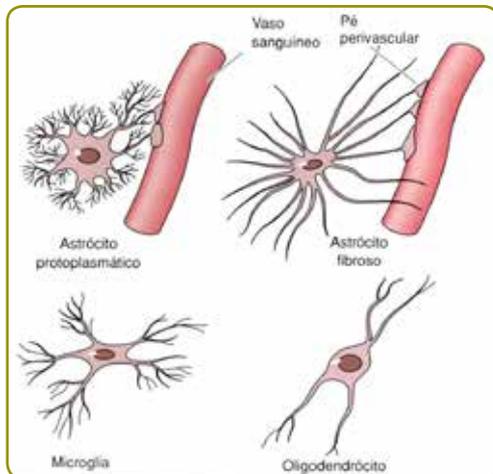


Figura 6.4 (A) Esquema das células da glia. Notar a diferença entre os tipos gliais e seus prolongamentos citoplasmáticos. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 198)

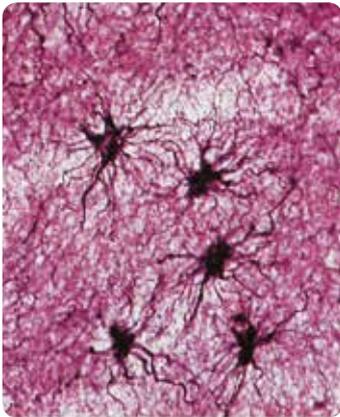


Figura 6.4 (B) Nota-se corado em negro as células gliais com seus prolongamentos citoplasmáticos partindo do corpo celular. (Burkitt e col., 1994, p. 131)

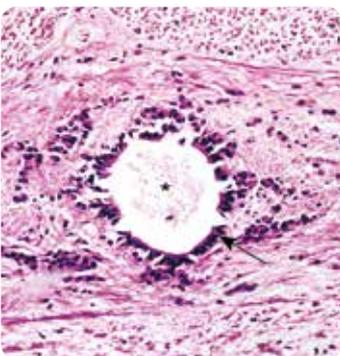


Figura 6.4 (C) A seta indica as células endoteliais, em torno do canal medular indicado com asterisco. (Adaptado de OVALLE; NAHIRNEY, 2008, p.118)

6.4 Outros tipos celulares no sistema nervoso central

6.4.1 Células da neuroglia (ou glia)

No sistema nervoso central, além das células nervosas, são encontradas também numerosas células responsáveis pela sustentação do sistema. Entre elas estão os **astrócitos**, as **células da micróglia**, os **oligodendrócitos** e as **células endoteliais**, sendo que todas são chamadas em conjunto de células da glia.

Os **astrócitos** (Figuras 6.4 A e B), como o próprio nome sugere, são células estreladas, com numerosos prolongamentos que se irradiam em muitas direções.

São as maiores células da glia. Com funções na embriogênese, no apoio estrutural e também no transporte de fluidos, quando do desenvolvimento embrionário, os astrócitos formam uma trama estrutural que consegue guiar a migração de células nervosas em desenvolvimento. No cérebro já desenvolvido, estas células formam uma rede estrutural para elementos neurais mais especializados e alguns astrócitos são capazes de transportar fluidos e íons do espaço extracelular ao redor dos neurônios para os vasos sanguíneos.

As células da **micróglia** são células de defesa no sistema nervoso central, são macrófagos especializados. Nos preparados convencionais para microscopia óptica, com colorações do tipo HE, apenas o núcleo em forma de bastão é visível, mas as margens de citoplasma são praticamente indistinguíveis. Quando existe algum processo patológico, as células da micróglia são ativadas e o seu número é bastante aumentado, assim como seus próprios tamanhos, sendo geralmente suplementadas pelos monócitos, que entram no cérebro pelo sangue, formando células macrofágicas.

As células **endoteliais** (Figura 6.4 C) são do tipo epitelial, revestem as cavidades cerebrais, mais especificamente os ventrículos e o canal central da medula espinhal. Muitas delas apresentam cílios. Ultraestruturalmente podem ser vistos também microvilos apicais, além dos cílios. Formam uma estrutura de

revestimento cúbico, que permanece em contato com o fluido cerebrospinal. Com núcleo pequeno, ovalado e basal, pode-se visualizar nestas células uma cromatina densa.

Os **oligodendrócitos** são as células formadoras da mielina no sistema nervoso central. Os oligodendrócitos são menores do que os astrócitos e apresentam poucos prolongamentos. São encontradas em todo sistema nervoso central geralmente, próximos aos corpos dos neurônios constituindo células satélites.

6.5 Mielina

Os axônios das células nervosas podem ainda conter um sistema de aceleração na condução do impulso nervoso, caracterizado pelo envolvimento do mesmo por uma camada de mielina (Figuras 6.5 A e B), **um sistema de isolamento** e redução da capacitância elétrica produzida por células de sustentação especializadas, ricas em lipídios.

No **sistema nervoso central** as células responsáveis pela formação da **capa de mielina** são os **oligodendrócitos** e no **sistema nervoso periférico** são as **células de Schwann**. Enquanto as células de Schwann formam a bainha de mielina de apenas um axônio, um oligodendrócito pode formar a mielina de mais de um axônio.

O envolvimento do axônio ocorre em unidades, ou seja, com várias células formando a camada de mielina. Os espaços que ficam

Quando ocorre alguma lesão no sistema nervoso central, as células mortas precisam ser removidas, o que acontece por ação dos macrófagos no processo de fagocitose. A área que foi lesada é “reparada” pela proliferação de astrócitos, que formam uma “cicatriz” astrocítica, chamada de gliose.

Quando a mielina é atacada por um processo imune, como acontece na esclerose múltipla, o sistema nervoso central começa a apresentar diversos distúrbios, dependendo da área e da extensão afetada, desde a paralisia, perda de coordenação motora, ou perda de sensibilidade, sendo uma doença ainda de causas desconhecidas.

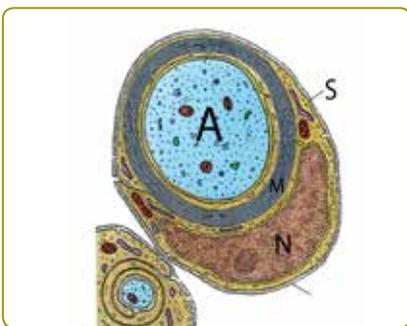


Figura 6.5 (A) - Esquema de um axônio (A) circundado por mielina (M) e núcleo (N) de uma célula de Schwann (S). (Adaptado de GARTNER; HIATT, 1999, p. 152)

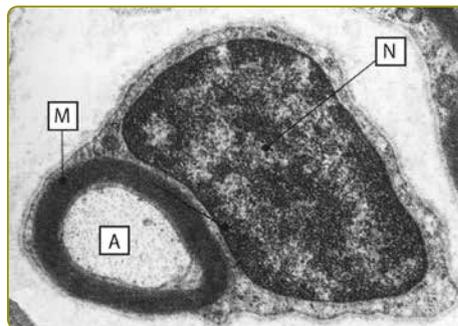


Figura 6.5 (B) - Eletromicrografia mostrando um axônio [A] circundado por mielina [M] e núcleo [N] de uma célula de Schwann. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 83)

entre elas são chamados de **nódulos de Ranvier** e é através deles que os axônios mielinizados **conduzem o impulso elétrico** em velocidade mais alta, ou seja, com a condução saltatória estudada na Fisiologia. Métodos específicos de coloração de componentes lipídicos, ou específicos para as proteínas da bainha de mielina permitem a visualização da estrutura. Estes métodos permitem a diferenciação das **áreas ricas em mielina**, que caracterizam a **substância branca** e, as **áreas pobres em mielina**, que caracterizam a **substância cinzenta**.

6.6 Substâncias branca e cinzenta

No sistema nervoso central podemos diferenciar:

1. A **substância branca** é formada por **fibras nervosas mielínicas** (mielinizadas), oligodendrócitos, astrócitos, e microglia (Figuras 6.6 A e B).
2. Na **substância cinzenta** se encontram os corpos dos neurônios, fibras nervosas amielínicas (sem mielina) em grande quantidade e algumas fibras nervosas mielínicas, astrócitos, oligodendrócitos e microglia (Figuras 6.6 A, B, C e D).

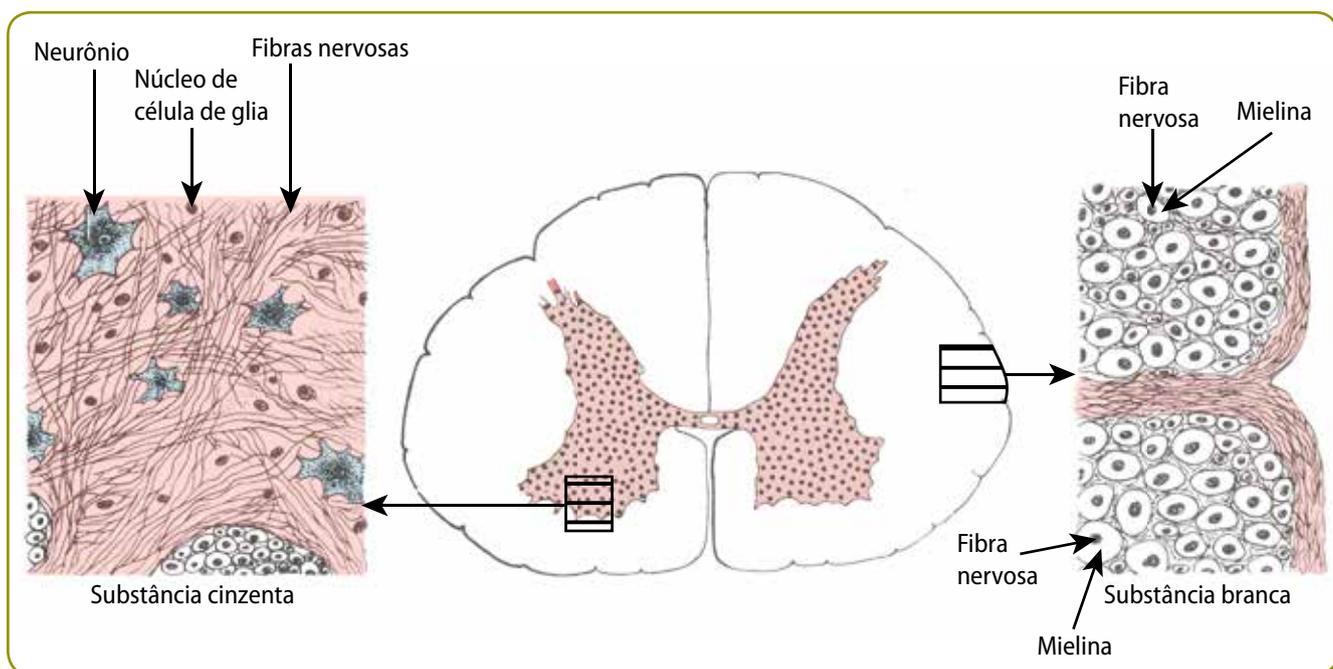


Figura 6.6 - (A) Na Figura central, temos um esquema da medula espinhal em corte transversal. Em maior aumento, esquema da substância branca, à direita, e substância cinzenta, à esquerda. (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 154)

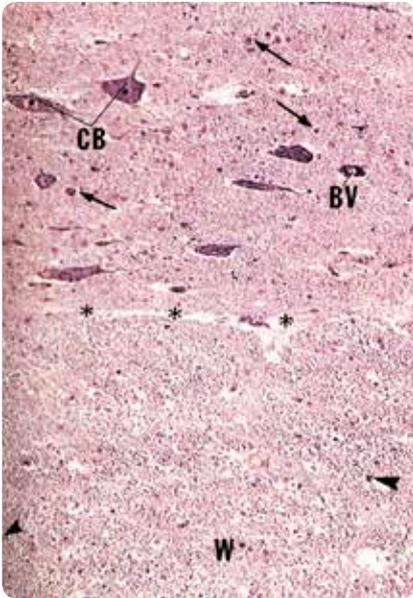


Figura 6.6 - (B) A substância branca [W] e a substância cinzenta [G] estão delimitadas pelos asteriscos. Na substância cinzenta encontramos os corpos dos neurônios [CB] e os núcleos das células da neuróglia apontados pelas setas; na substância branca essas mesmas células estão apontadas pelas cabeças das setas, vaso sanguíneo [BV]. (GARTNER & HIATT, 1993, p.103)

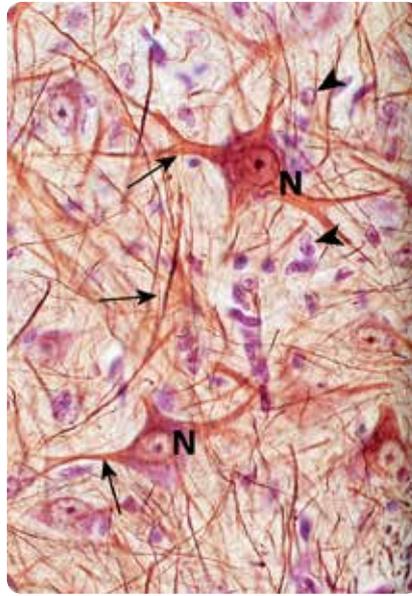


Figura 6.6 - (C) Observe na Figura os neurônios (N) e seus prolongamentos dendritos [setas]; as cabeças de setas indicam células da glia. (Adaptado de Burkitt e col., 1994, p. 116)

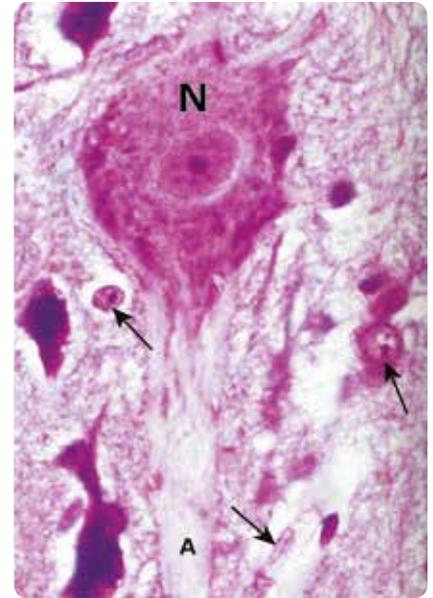


Figura 6.6 - (D) Observe na Figura detalhe do corpo de um neurônio (N) e seu axônio (A); as setas indicam células da glia. (Adaptado de Burkitt e col., 1994, p. 116)

6.7 Meninges

Caracterizam-se por um **sistema de membranas que protegem** o sistema nervoso central, revestindo-o e sustentando-o. As meninges se apresentam em três camadas de membranas, compostas por tecido de sustentação fibrocolagenoso e células epiteliais. As camadas de membranas são chamadas respectivamente de **dura-máter, aracnoide e pia-máter**.

6.8 Plexo coroide

Importante na formação do líquido cerebrospinal, os plexos coroides estão localizados no sistema ventricular do cérebro. São constituídos por um estroma vascular que é revestido por células epiteliais cilíndricas, ancoradas por complexos juncionais, apoiadas sobre uma membrana basal.

6.9 Barreira hematoencefálica

O sistema nervoso possui um **sistema vascular altamente especializado**, onde as células endoteliais dos vasos capilares são unidas por junções de oclusão, sem fenestras, o que forma uma barreira para a difusão de substâncias do sangue para o cérebro. Essa especialização das células endoteliais dos capilares cerebrais forma uma eficiente **barreira hematoencefálica**, que impede a difusão de elementos ao sistema nervoso central.

6.10 Sistema nervoso periférico

Assim como o sistema nervoso central, o sistema nervoso periférico é composto por células nervosas e de sustentação. Fazem parte do sistema nervoso periférico os **nervos** e os **gânglios**.

6.10.1 O nervo

É formado por um **agrupamento de fibras nervosas** (Figura 6.7). Cada **fibra nervosa é formada pelo axônio** (prolongamentos dos neurônios), e sua **bainha de mielina** envoltória. As fibras nervosas que formam o nervo estão **unidas por tecidos de sustentação: o endoneuro, o perineuro e o epineuro**.

O **endoneuro** é o mais interno e **circunda cada fibra nervosa individualmente**, sendo formado por fibras colágenas dispostas longitudinalmente e alguns fibroblastos. É pouco desenvolvido.

O **perineuro** circunda **grupos de fibras nervosas** e o endoneuro, **formando fascículos ou feixes de fibras nervosas**. O perineuro é formado por 7 a 8 camadas concêntricas de células achatadas, organizadas em arranjo epitelial, separado por colágeno em camadas.

O **epineuro**, por sua vez, é constituído por uma **bainha externa de tecido conjuntivo**, fibrocolagenoso, que reúne fascículos nervosos individuais em um

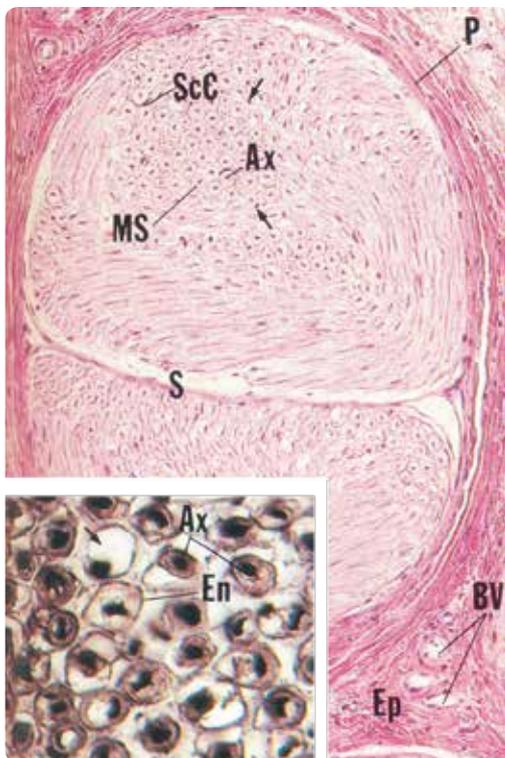


Figura 6.7 - Os componentes do nervo: perineuro [P], vaso sanguíneo [BV], epineuro [Ep], septo de conjuntivo [S], bainha de mielina [MS], axônio [AX], célula de Schwann [ScC], as setas indicam os núcleos das células do endoneuro [En]. (GARTNER; HIATT, 1993, p. 111)

tronco nervoso maior, único. Fazendo parte do epineuro, o nervo pode estar ainda associado ao tecido adiposo.

6.10.2 O gânglio

É formado por um aglomerado de corpos celulares de neurônios, fora do sistema nervoso central, bem como de fibras nervosas eferentes e aferentes e células de sustentação (Figura 6.8).

Tecido nervoso se regenera?

No sistema nervoso periférico podemos observar **processos de regeneração** de axônio desde que o corpo celular do neurônio esteja preservado. Resumidamente, podemos dizer que, quando uma lesão acontece em um nervo que inerva um músculo, observa-se uma degeneração de axônio e da mielina, a área da lesão sofre remoção por lisossomos das células de Schwann e macrófagos, que migram para o interior do nervo. Há uma alteração no corpo celular das células lesadas. No processo de regeneração, as células de Schwann proliferam, formando colunas longitudinais por onde os brotos do axônio lesado crescem novamente por um processo que pode ser medido em 2 até 5 mm por dia. Neste mecanismo, eventualmente, uma das fibras nervosas pode voltar a fazer conexão com o músculo, restabelecendo a inervação após a remielinização, onde então, o corpo celular reassume seu aspecto normal.

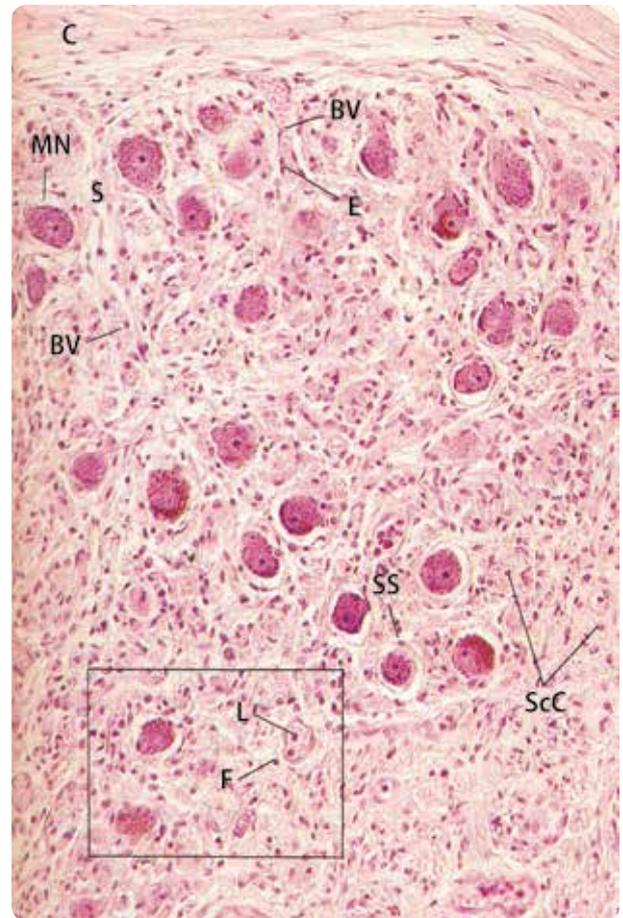


Figura 6.8 - Gânglio. Cápsula de tecido conjuntivo [C], Septo [S], vaso sanguíneo [BV], neurônios multipolares [MN], célula endotelial [E], leucócito [L], fibroblasto [F], célula de Schwann [ScC], células de sustentação [SS]. (GARTNER; HIATT, 1993, p. 109)

Resumo

As células do sistema nervoso podem ser divididas em categorias: os **neurônios**, responsáveis pelas funções de recepção, integração e respostas motoras do Sistema Nervoso e as células

da **neurógia**, responsáveis pela sustentação e proteção dos neurônios. Basicamente os neurônios são formados por corpo celular com dendritos múltiplos, um axônio e um botão sináptico. O corpo celular de um neurônio também é chamado de **soma** ou **pericário**. Os axônios podem ser mielinizados ou amielinizados, o que interfere na velocidade da condução do impulso nervoso. As células da neurógia podem ser astrócitos protoplasmáticos, astrócitos fibrosos, micróglia e oligodendrócitos. As células de Schwann formam a capa mielínica e amielínica dos axônios do sistema nervoso periférico e os oligodendrócitos assumem esta tarefa no sistema nervoso central. O tecido nervoso é o responsável pelo complexo sistema neuronal do organismo, podendo receber diferentes estímulos, transformando-os em impulsos nervosos, que são transferidos para outros centros, onde ocorre a percepção ou o desencadeamento de respostas motoras.

Referências

BURKITT, H. George; WHEATER, Paul R.; YOUNG, Barbara; HEATH, John W. **Histologia funcional**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 409p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Atlas de Histologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 321p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de Histologia em cores**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 426p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de Histologia em cores**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 575p.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 427p.

KIERSZENBAUM, Abraham L.; TRES, Laura L. **Histologia e Biologia Celular: Uma introdução à patologia**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 699p.

OVALLE, William K.; NAHIRNEY, Patrick C. **Netter Bases da Histologia** 1. Ed. Rio de Janeiro, 2008.

STEVENS, Alan; LOWE, James. **Histologia humana**. 2. Ed. São Paulo: Manole, 2002. 408p.

Tecido muscular

Neste capítulo estudaremos como é formado o tecido responsável pelos movimentos realizados pelo organismo, tais como: movimentos peristálticos do intestino, batimento cardíaco ou mesmo caminhar e escrever. Veremos também como estão organizadas as células musculares, para que possam realizar os diversos tipos de movimentos que ocorrem no nosso corpo.

Em organismos multicelulares, como é o caso dos humanos e outros animais, temos um tecido especializado em fazer movimentos, o chamado tecido muscular.

Esse tecido participa dos movimentos do corpo, através da locomoção do esqueleto. Além disso existem células musculares especializadas em realizar o movimento de pequenas estruturas como o eriçamento dos pelos, quando estamos com frio ou com medo, ou então a movimentação de órgãos como por exemplo o coração. Essas células são chamadas fibras musculares e podem funcionar como: unidades contráteis isoladas, como por exemplo, as células mioepiteliais que circundam os ácinos de algumas glândulas exócrinas, pequenos grupos celulares contráteis, como o músculo do pelo ou formar músculos para a movimentação de grandes estruturas, como por exemplo os músculos esqueléticos ou as vísceras.

As **células musculares** são contráteis e apresentam formato alongado, sendo por tal motivo chamadas de **fibras musculares**. Elas **possuem** grandes quantidades de **filamentos citoplasmáticos** (proteicos), dispostos de forma organizada no citoplasma e unidas por ligações intermoleculares, **responsáveis pela contração**.

As células contráteis são formadas por duas proteínas principais, a actina e a miosina, com interação de outros tipos de **proteínas contráteis**, tais como a troponina e a tropomiosina. Porém, a contração dos músculos, sua modelação e algumas importantes alterações estruturais, são determinadas pelo arranjo e disposição das moléculas de **actina e miosina** no interior destas células.

Bastante diferentes de outros tipos celulares, as células musculares apresentam algumas particularidades, como nomes específicos:

- Membrana plasmática: sarcolema;
- Citoplasma: sarcoplasma – excetuando-se a miofibrila;
- Retículo endoplasmático: retículo sarcoplasmático;
- Mitocôndria: sarcossoma.

7.1 Tipos de tecido muscular

Há três tipos de tecido muscular: estriado esquelético, estriado cardíaco e liso.

Vejam os a seguir as particularidades de cada um desses tipos musculares. Começaremos pela descrição do músculo estriado esquelético, que possui muitas características em comum com o tecido muscular estriado cardíaco.

7.1.1 Músculo estriado esquelético

Os músculos esqueléticos possuem uma variedade de formas morfológicas e mecanismos de ação, porém todos possuem a mesma estrutura básica, quando se trata do tecido muscular.

As células musculares, ou **fibras musculares** ficam arranjadas paralelamente umas às outras, formando feixes. Entre as células, nos espaços intercelulares, encontramos o tecido conjuntivo, rico em capilares que se arranjam em conjuntos paralelos às fibras musculares. O diâmetro de cada fibra muscular varia de 10 a 100 μm , podendo ser ainda maiores nas fibras hipertrofiadas. A força relativa das fibras musculares é dependente do diâmetro, enquanto a **força de todo o músculo depende** não só do **diâmetro das fibras**, mas também da **quantidade de fibras** envolvidas na realização do movimento. As células que formam a **musculatura estriada esquelética** são capazes de **contrair-se voluntariamente**, de forma rápida e vigorosa, atendendo às necessidades de movimentação do corpo ou de partes dele. Elas são **alongadas, cilíndricas e multinucleadas** (os núcleos ficam arranjados periféricamente, junto à membrana celular) com

Miofibrilas

Estruturas cilíndricas, com diâmetros de 1 a 2 µm, dispostas longitudinalmente em grandes quantidades no citoplasma.

aspecto fusiforme, dentro das quais estão estruturas chamadas de **miofibrilas** (Figura 7.1). No **interior das miofibrilas** estão arranjados os filamentos musculares (actina e miosina), cujo arranjo interno, em **sarcômeros**, determina o **aspecto de estriações transversais**, que aparecem em bandas claras e escuras.

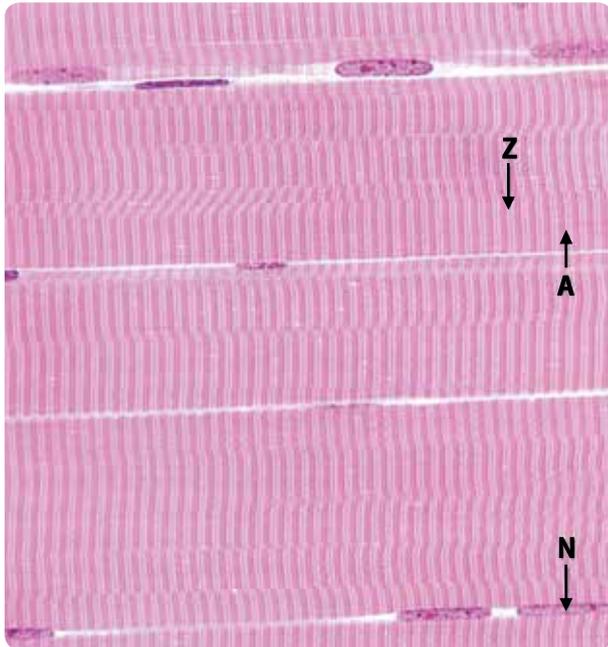


Figura 7.1 - Fotomicrografia de um corte longitudinal de fibras musculares esqueléticas. [N] Núcleo; [A] Banda A; [Z] disco Z. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 128)

No sarcômero, as bandas escuras são chamadas de **bandas A** (anisotrópica sob luz polarizada) e **bandas I** (isotrópicas sob luz polarizada). O centro do sarcômero corresponde a uma área clara e é chamado de **banda H**, dividida ao meio por uma linha escura bem delgada, chamada de **linha M**. Cada banda I é dividida ao meio por uma linha escura delgada, a **linha Z** (ou disco Z). O **sarcômero**, que é a unidade contrátil das fibras musculares esqueléticas, fica entre duas linhas Z sucessivas, correspondendo a um comprimento de cerca de 2,5 µm. A fibra muscular é formada por uma sequência de sarcômeros alinhados, atingindo comprimentos diversos, de acordo com o tamanho da célula.

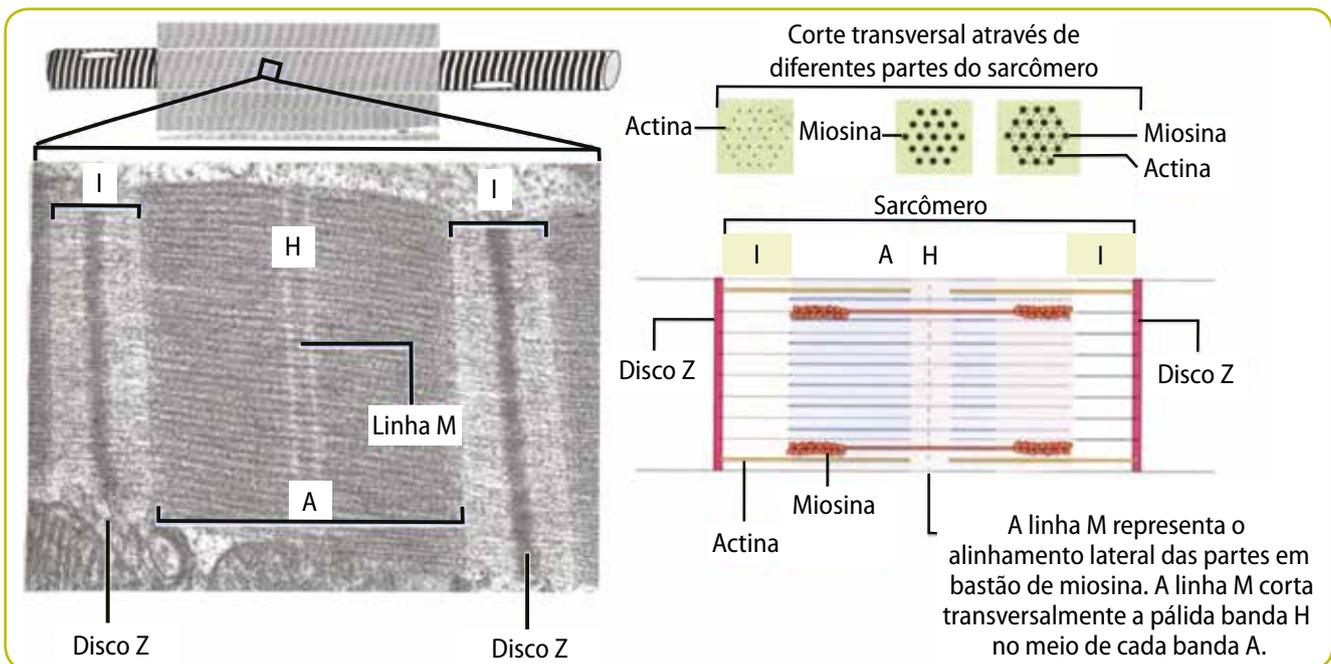


Figura 7.2 - Diagrama de um sarcômero Figura de microscopia eletrônica (M.E.) do músculo estriado esquelético. (KIERSZENBAUM; TRES, 2012, p.205)

Estruturalmente o sarcômero com aparência de bandas claras e escuras é formado por um arranjo elaborado de quatro proteínas principais, das quais fazem parte as proteínas miosina e actina, assim como também tropomiosina e troponina, entre outras (Figura 7.2).

Para que a força de contração de cada célula possa ser somada às demais, os músculos esqueléticos são envolvidos por tecido

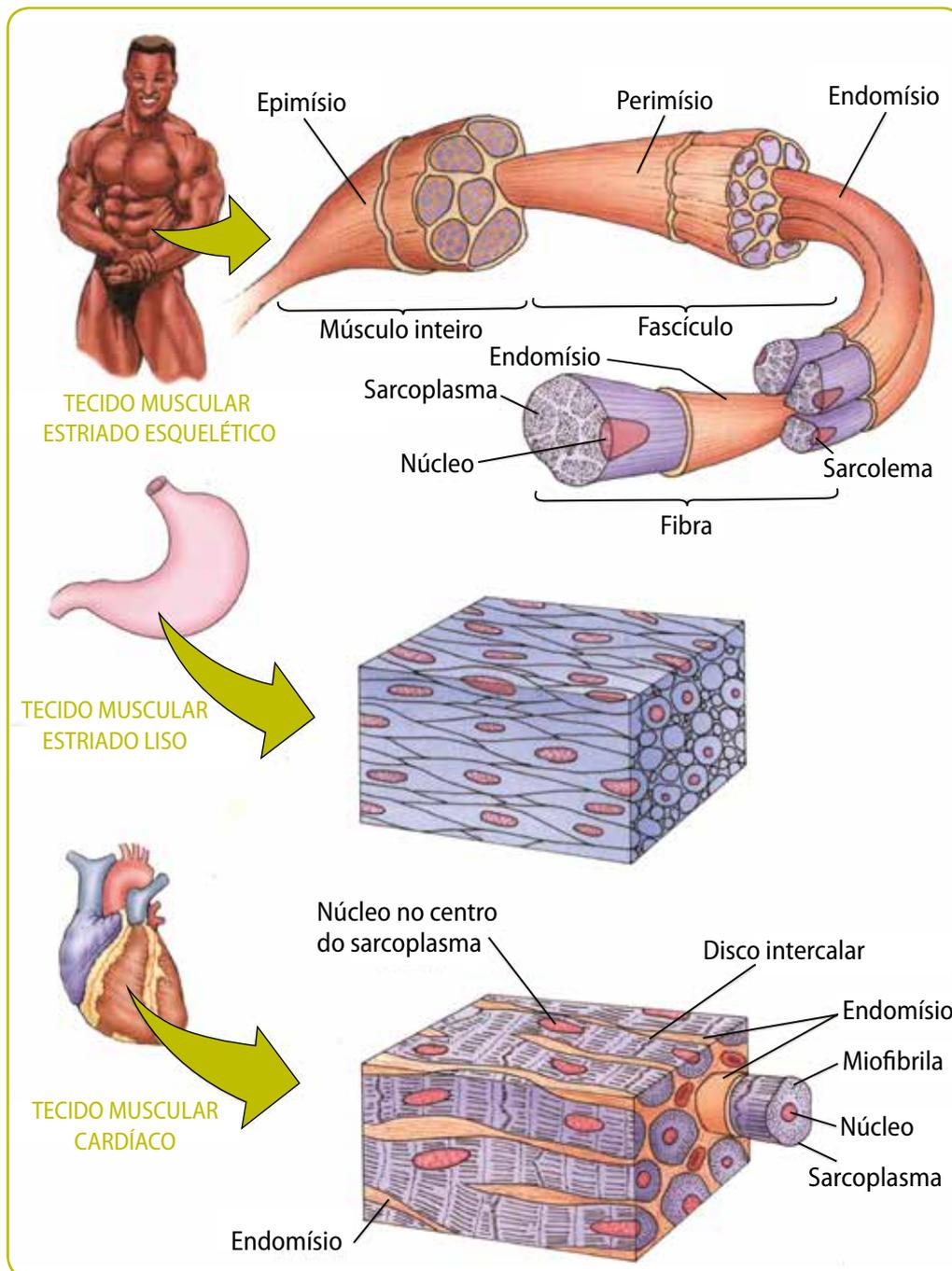


Figura 7.3 A - Diagrama mostrando a organização do músculo estriado esquelético, liso e estriado cardíaco e seus componentes. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 163)

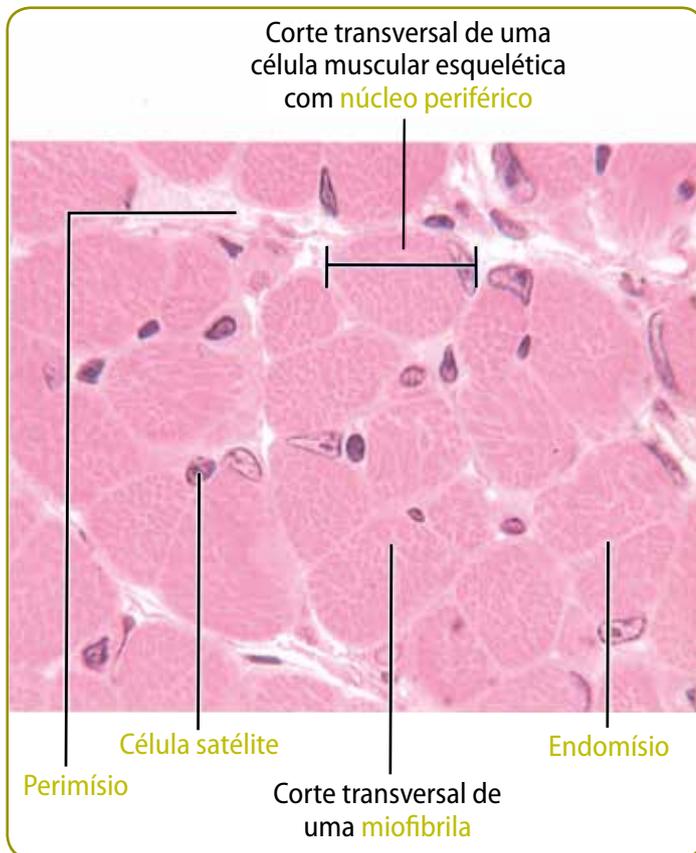


Figura 7.3 B – Nessa Figura podemos ver a imagem do músculo estriado esquelético em corte transversal mostrando seus principais componentes. (Adaptado de KIERSZENBAUM; TRES, 2012, p.204)

conjuntivo específico em cada situação. O conjuntivo que envolve e une cada uma das células musculares é chamado de endomísio. O conjuntivo que envolve feixes de células é denominado perimísio e o que envolve o músculo como um todo chama-se epimísio.

O **endomísio** é composto por fibras reticulares e por uma lâmina basal, ou lâmina externa, que envolve cada célula muscular. O **perimísio** é formado por um tecido conjuntivo denso que envolve os feixes, ou fascículos de fibras musculares e o **epimísio** é formado por uma membrana de tecido conjuntivo não modelado, mais denso e mais extenso que aquele que forma o perimísio, e aloja os vasos e nervos de maior calibre, que irão penetrar no interior do músculo (Figuras 7.3 A e B).

A cor das fibras musculares varia do rosa ao vermelho devido ao intenso suprimento sanguíneo, mas também por causa da presença de pigmentos de mioglobina. A mioglobina é uma proteína transportadora de oxigênio, semelhante à hemoglobina, porém de tamanho menor. Dependendo da quantidade de mioglobina na fibra muscular, do próprio diâmetro da fibra, do número de mitocôndrias, da concentração de diversas enzimas, da extensão do retículo sarcoplasmático e da velocidade de contração das fibras musculares, elas podem ser classificadas como: 1) fibras vermelhas que são de contração lenta, mas que pelo modo como obtêm energia (ATP) através do trabalho das mitocôndrias, podem realizar o trabalho por longos períodos de tempo. Temos, como exemplo, o músculo do peito das aves voadoras que realizam migrações e que apresenta uma grande quantidade de mioglobina e mitocôndrias; 2) fibras brancas que são de contração ultra rápida. Embora apresentem uma contração rápida, ao obter energia pela quebra de glicogênio armazenado no interior

da fibra muscular e liberação de ATP, quando o estoque glicogênio e ATP acaba, o processo de contração finda. Exemplo: o músculo peitoral das aves terrestres, que apresentam baixa quantidade de mioglobina e mitocôndrias; 3) fibras intermediárias (contração rápida) apresentam características intermediárias das descritas para as fibras brancas e vermelhas. Na espécie humana, podemos encontrar os três tipos de fibras musculares num mesmo músculo, como por exemplo, no bíceps.

7.1.2 Músculo estriado cardíaco

Este tipo de músculo **apresenta estriações transversais** (Figura 7.4 A), sendo formado por células alongadas, que diferentemente das células da musculatura estriada esquelética, **apresenta ramificações nestas células**, que **as unem umas às outras por meio dos chamados discos intercalares**. Sua **contração é rítmica e involuntária**. Este tipo de musculatura é restrito ao coração e às partes próximas das veias pulmonares, nos locais de junção ao coração. **Também chamado de miocárdio**, o arranjo celular do músculo cardíaco é de uma rede de células dispostas em lâminas ou camadas, separadas por delicadas lâminas de tecido conjuntivo, que carregam consigo os vasos sanguíneos e inervação ao sistema de condução do coração.

O comprimento das células cardíacas varia de 15 a 80 μm quando em repouso, sendo que todas elas **possuem apenas um núcleo grande oval e central** (Figura 7.4 B), podendo ocasionalmente ser verificada a presença de dois núcleos por célula. As células musculares cardíacas formam junções ponta a ponta, denominadas **discos intercalares**, que são **locais**

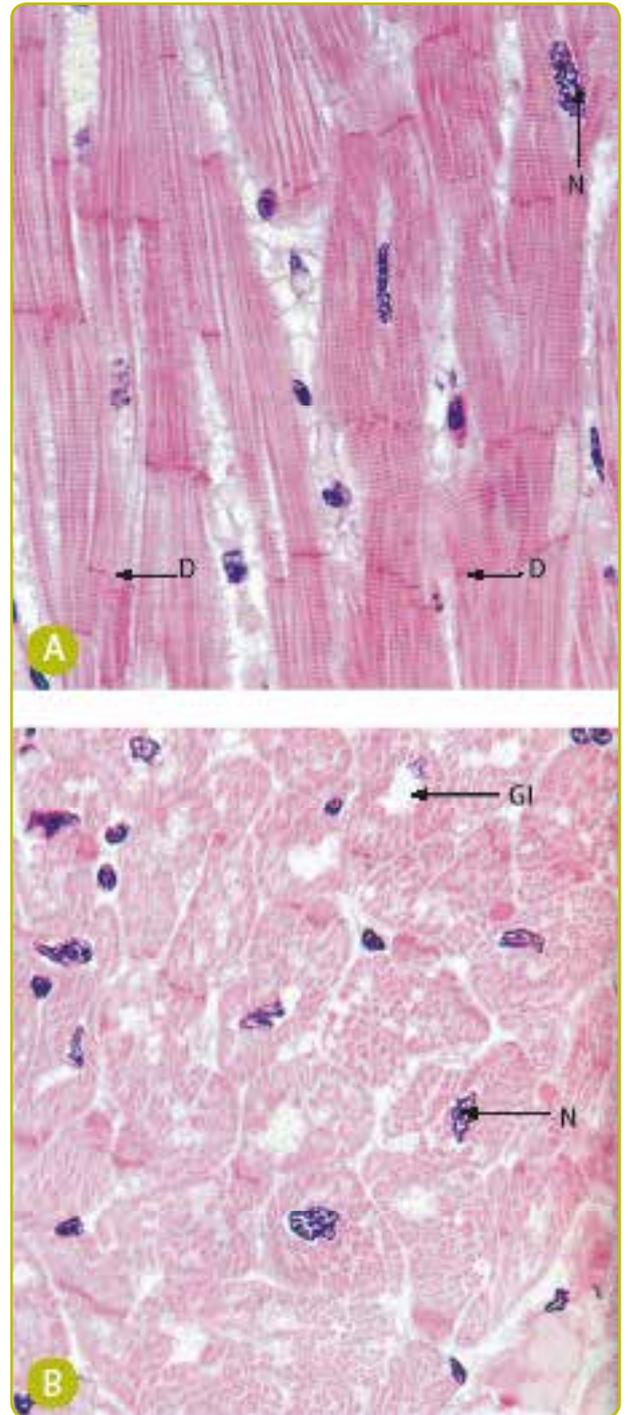


Figura 7.4 - Fotomicrografia de corte longitudinal de músculo cardíaco (A): note o núcleo [N] e os discos intercalares [D]; em (B) corte transversal de músculo cardíaco: o núcleo [N] está localizado no centro da célula, [Gl] é a região celular onde estavam depósitos de glicogênio que foram extraídos durante o processamento histológico. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 142)

onde as células unem mais fortemente as suas membranas celulares, aproximando o espaço intercelular a menos de 20 nm. Além dos desmossomos e junções de adesão, as junções comunicantes presentes nos discos intercalares permitem a contração sincrônica do miocárdio. As **partes transversais** dos discos intercalares são ricas em zônulas de aderência e desmossomos, e as **partes laterais** são ricas em junções comunicantes. Os **miofilamentos delgados** no lado citoplasmático do sarcolema prendem-se às zônulas de aderência. Os discos intercalares no músculo cardíaco correspondem ao que seriam os discos Z no músculo esquelético. Comparando-se o músculo cardíaco com o esquelético, percebe-se que a estrutura de estriação é idêntica, com a presença de bandas A e I alternadas. No entanto, algumas diferenças fundamentais ocorrem na determinação da contração: algumas dessas diferenças começam pelo retículo sarcoplasmático, na disposição dos túbulos T, assim como no suprimento de Ca^{2+} presente no músculo cardíaco, nos canais iônicos do plasmalema e na duração do potencial de ação. No músculo cardíaco o retículo sarcoplasmático não forma cisternas terminais, nem é tão desenvolvido quando comparado ao músculo esquelético. Apenas pequenas terminações do retículo sarcoplasmático se aproximam dos túbulos T, sem formação de tríade. Os túbulos T das células musculares cardíacas são quase duas vezes maiores em diâmetro, quando comparadas ao músculo esquelético, sendo ainda revestidos por uma **lâmina externa**, dotada de cargas negativas, com capacidade de armazenamento de cálcio. Os túbulos T possuem uma função muito importante no provimento de cálcio para a contração muscular: como os túbulos T apresentam um grande calibre e se abrem no espaço extracelular, permitem que o cálcio extracelular flua através desses túbulos no momento da despolarização, já que penetram nas células musculares cardíacas. Estes aspectos serão detalhados na Fisiologia.

Note nas Figuras 7.4 A e B a distinção entre os cortes longitudinal e transversal do músculo cardíaco. A diferença é tão grande de uma Figura para outra que parece ser outro tecido. Imagine cenouras cortadas ao longo do comprimento (corte longitudinal) e cenouras cortadas em rodela (corte transversal), se fizer uma salada com os dois tipos de cortes, a aparência vai ser diferente, mas o gosto vai ser

o de cenoura. Essa mesma situação se repete para o músculo estriado esquelético e para o músculo liso.

7.1.3 Músculo liso

As células musculares lisas (Figuras 7.5 e 7.6) possuem **um arranjo no sistema de proteínas contráteis bem menos elaborado**, se comparado com a musculatura estriada. O músculo liso está presente na maioria das vísceras ocas, como intestino, bexiga urinária e útero, bem como nos elementos contráteis de paredes de vasos sanguíneos e ductos secretores de glândulas.

A musculatura lisa é formada por conjuntos de **células alongadas e fusiformes**, com cerca de 0,2 nm de comprimento e 5 a 6 μm de diâmetro. A fibra muscular lisa possui apenas um núcleo, localizado no centro da célula, com dois ou mais nucléolos (Figuras 7.5 e 7.6). São células que **não apresentam estriações**

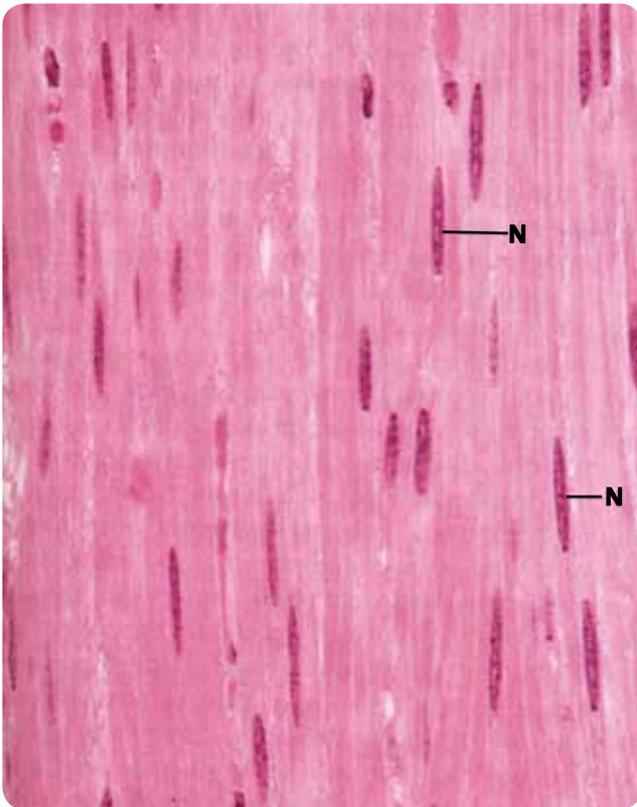


Figura 7.5 – Fotomicrografia de corte longitudinal de músculo liso. Note os vários núcleos (N) dispostos no centro celular e, alongados, seguindo a forma da fibra. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 185)

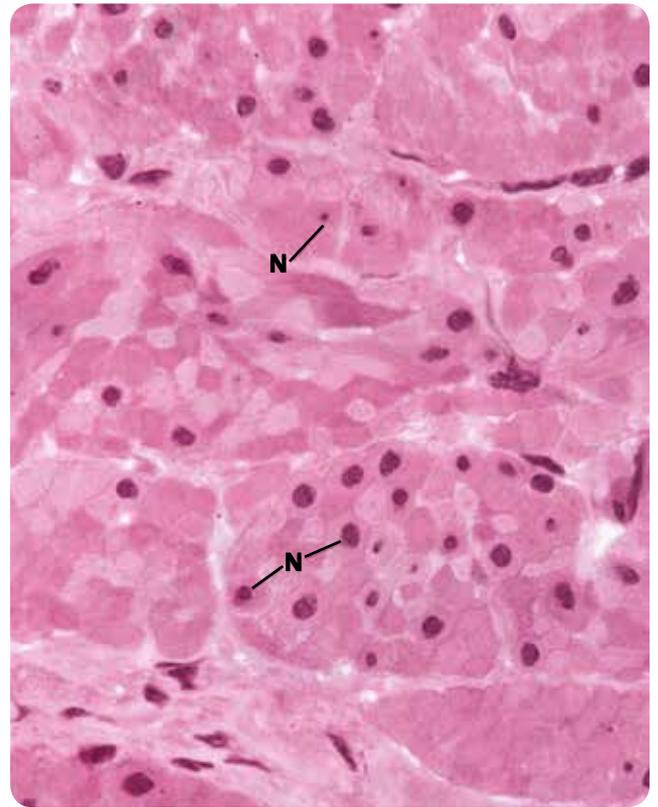


Figura 7.6 – Fotomicrografia de corte transversal de músculo liso. (N) núcleos. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 185)

transversais, pois não possuem filamentos contráteis organizados em sarcômeros. O processo de **contração ocorre de maneira lenta, rítmica e involuntária** e a modulação da contração se deve a fatores hormonais e neurais. Cada célula muscular lisa é envolvida por um tecido conjuntivo (**endomísio**) que separa o sarcolema das células musculares ao redor. Esse tecido conjuntivo é rico em **fibras reticulares** (que podem ser observadas com impregnação pela prata), que aparentemente envolvem individualmente as células musculares lisas, capturando a força de contração.

As **células musculares lisas são capazes de secretar elementos de sua matriz extracelular**, produzindo colágeno, elastina e outros componentes da matriz.

7.2 Particularidades dos músculos

Os diferentes tipos de músculos possuem algumas particularidades que serão vistas a seguir.

7.2.1 Capacidade de regeneração muscular

Ao longo da vida, as células da **musculatura esquelética** perdem a sua capacidade mitótica, mas mesmo após uma lesão, conseguem se regenerar por meio da capacidade mitótica de células satélites. Em determinadas condições que levam ao aumento da massa muscular, as células satélites podem se fundir com as células musculares já existentes, aumentando o tamanho da fibra muscular num processo conhecido como **hipertrofia** do músculo esquelético. Após uma lesão no músculo, estas células podem apresentar atividade mitótica, num processo de **hiperplasia** (aumento no número de fibras musculares).

O **músculo cardíaco** não possui a capacidade de regeneração. Em casos de lesões, como no infarto do miocárdio, **fibroblastos** do tecido conjuntivo invadem a região lesionada e formam um tecido cicatricial à base de conjuntivo fibroso (rico em fibras colágenas). Pesquisas com células tronco mesenquimais vêm mostrando bons resultados na regeneração do músculo cardíaco.

O **músculo liso** mantém por toda a vida a capacidade mitótica, o que fica especialmente evidenciado no processo de gravidez, quando o útero aumenta consideravelmente de tamanho, por atividade mitótica em suas células (hiperplasia), mas também, pelo aumento do tamanho das fibras musculares (hipertrofia). Pequenas lesões na musculatura lisa podem ser reparadas por divisão de novas células musculares lisas.

7.2.2 Crise asmática associada à contração do músculo liso

A **constricção dos brônquios** no processo de asma é **causada por uma hiperatividade das células musculares lisas nas paredes das vias aéreas**, cuja contração excessiva **diminui o diâmetro da via respiratória, dificultando a passagem do ar**, promovendo o chiado característico (Figura 7.7). Essa broncoconstricção, combinada à produção excessiva de muco particularmente viscoso, dificulta a respiração dos indivíduos na crise asmática. O quadro pode ser revertido com administração de medicamentos específicos do tipo beta-agonistas (adrenérgicos, daí o fato

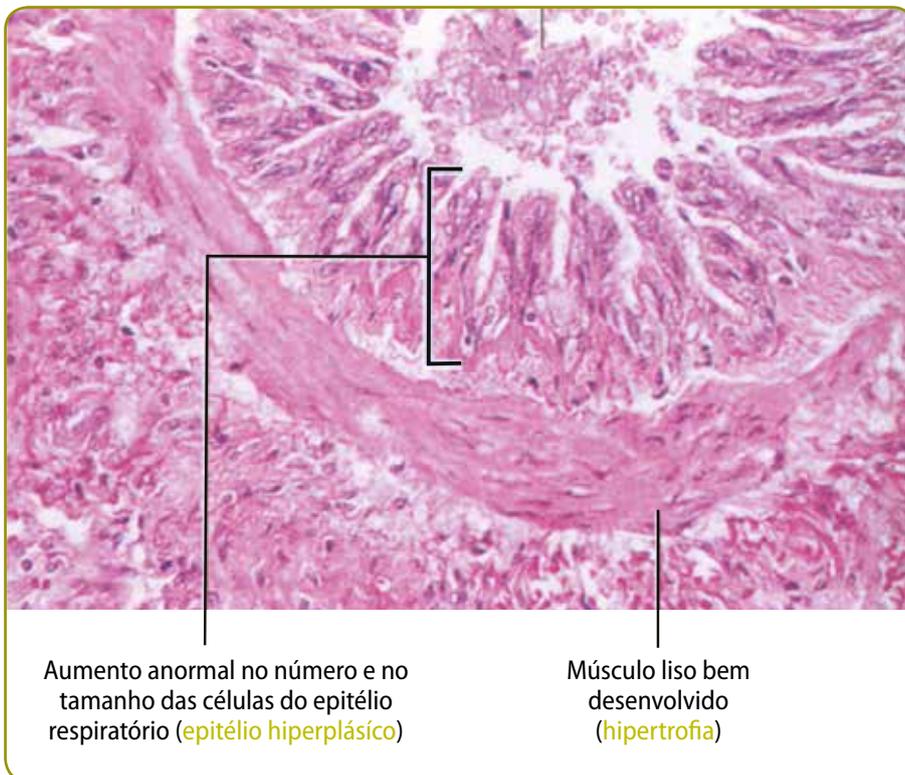


Figura 7.7 - Figura ilustrando o brônquolo com crise asmática crônica. (Adaptado de KIERSZENBAUM; TRES, 2012, p.400)

de geralmente a bombinha usada pelos asmáticos provocar taquicardia), que atuam diretamente nos receptores celulares promovendo o relaxamento da musculatura lisa.

Resumo

Existem **três tipos** de tecido muscular: **estriado esquelético**, **estriado cardíaco** e **liso**. As contrações dos músculos podem ser voluntárias, como na musculatura esquelética ou involuntária como nas musculaturas estriada cardíaca e lisa. A **unidade funcional** do músculo esquelético é o **sarcômero que, ao encurtar e alongar**, pelo deslizamento dos filamentos de actina e miosina, **promove o movimento celular** e, portanto, a **contração**. As células ao realizarem movimentos, mantêm-se unidas através do tecido conjuntivo (**endomísio**) que também contém muitos capilares para nutrição dessas células. Os feixes de fibras musculares são envoltos por um tecido conjuntivo mais denso (**perimísio**) e, por fim, todo o músculo todo é envolto por tecido conjuntivo denso e extenso, denominado **epimísio**.

As estriações da musculatura estriada esquelética e cardíaca se deve ao arranjo dos filamentos de actina e miosina em forma de sarcômeros no interior da fibra muscular, fato que não ocorre na fibra muscular lisa.

A força de contração entre as células é somada pelo fato das fibras musculares estarem envolvidas por tecido conjuntivo.

A locomoção dos animais é devida à capacidade das células musculares para a contração, sendo o tipo muscular estriado esquelético associado ao sistema esquelético. O tipo muscular estriado cardíaco é limitado exclusivamente ao coração. Músculos lisos são encontrados nos vasos sanguíneos, nas vísceras e na derme da pele.

Referências

- BURKITT, H. George; WHEATER, Paul R.; YOUNG, Barbara; HEATH, John W. **Histologia funcional**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 409p.
- GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Atlas de Histologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 322p.
- GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de Histologia em Cores**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 426p.
- GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de Histologia em Cores**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 576p.
- JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 33+427p.
- STEVENS, Alan; LOWE, James. **Histologia Humana**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2002. 408p.
- KIERSZENBAUM, Abraham L.; TRES, Laura L. **Histologia e Biologia Celular: Uma introdução à patologia**. 3. ed. Rio De Janeiro: Elsevier, 2012. 576p.

Sangue

Neste capítulo estudaremos as características do sangue e como diferenciar os seus tipos celulares na série branca e vermelha, incluindo seus elementos Figurados, além de obter noções sobre as funções do sangue no organismo.

O sangue dos mamíferos é vermelho por conter em seu interior células de coloração vermelha, chamadas glóbulos vermelhos ou hemácias ou eritrócitos. A cor do sangue na verdade é dada pelo pigmento vermelho de uma proteína chamada hemoglobina, presente no interior das hemácias. Essas células transportam gases (oxigênio e gás carbônico) para o interior dos tecidos. Nos mamíferos as hemácias são anucleadas.

Temos ainda outro grupo de células importantes, os glóbulos brancos, formados por células responsáveis pelas defesas do organismo contra micro-organismos.

Essas células são nucleadas e o seu núcleo possui formato variado que identifica os vários tipos celulares da série branca.

Células da série vermelha e branca circulam pelo organismo fluindo em um meio líquido o plasma sanguíneo, onde também estão presentes as plaquetas, participantes do processo de coagulação sanguínea.

De uma forma geral o sangue serve como veículo para o transporte de gases, nutrientes, hormônios, restos de metabolismo, todos circulando em direção ao seu destino.

Veremos a seguir como está formado esse tecido especial chamado sangue.

8.1 Como se caracteriza o sangue

O sangue é uma forma altamente especializada de tecido conjuntivo, apresentando-se em forma fluida com presença de células, plaquetas, proteínas, eletrólitos e metabólitos. Numa fração de sangue poderemos observar uma parte sólida, caracterizada por células sanguíneas, e por uma parte fluida amarelada, o plasma sanguíneo. Esse se caracteriza por conter, dissolvidos ou suspensos, as células do sangue, as proteínas, os eletrólitos e os metabólitos. Da parte sólida do sangue podemos destacar dois grandes grupos de células, a série vermelha e a série branca, além das plaquetas, como já citamos anteriormente.

Visualização do sangue

Para visualizarmos o sangue **macroscopicamente**, podemos colocar uma fração deste em um tubo de ensaio de hematócrito, com anticoagulante (heparina, por exemplo) e centrifugar. Após a centrifugação, ocorre a precipitação de uma fração fortemente corada de vermelho, que são as células vermelhas ou eritrócitos que ficam ao fundo do frasco, numa proporção em torno de 44%. Sobre esta porção, fica uma fina camada translúcida que corresponde à série branca ou leucócitos, correspondendo a cerca de 1% do volume total, sendo que nesta fração ficam também as plaquetas. O restante do volume é coberto pelo plasma fluido, o qual denominamos sobrenadante, que corresponde à cerca de 55% do volume total.

Microscopicamente, podemos observar o sangue através de **esfregaços em lâminas** de vidro, contrastados com corantes à base de azul de

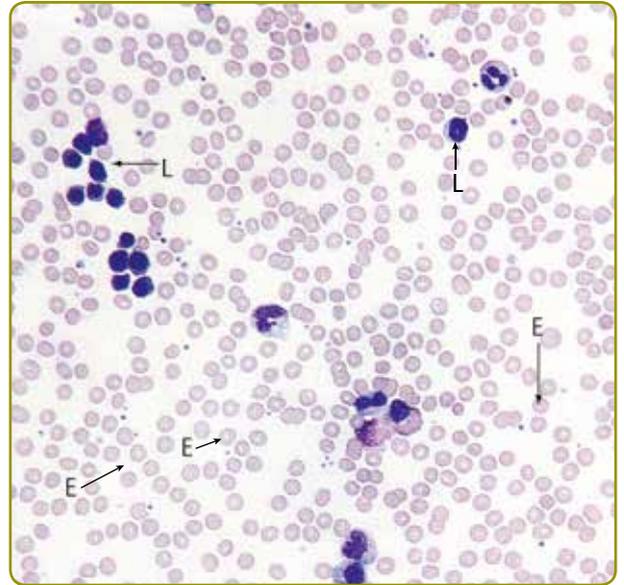


Figura 8.1 (A)- Fotomicrografia de esfregaço sanguíneo mostrando hemácias [E] e alguns tipos de leucócitos [L]. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 1999, p. 190)



Figura 8.1 (B)- Esquema de esfregaço sanguíneo mostrando hemácias [1] e alguns tipos de leucócitos: neutrófilo [2], eosinófilo [3], basófilo [4], monócito [5], linfócito [6] e as setas indicam plaquetas. (GARTNER; HIATT, 1993, p. 73)

metileno e eosina, técnica do final do século XIX chamada Romanovsky, em homenagem ao seu descobridor. As técnicas mais modernas, no entanto, utilizam derivações conhecidas como modificações de Wright ou de Giemsa. Observe nas Figuras 8.1 A e B e no esquema 8.1 B as células sanguíneas vermelhas e brancas, num esfregaço.

8.2 Funções do sangue

Em geral, uma pessoa adulta possui cerca de 7% do seu peso corporal em sangue, que apresenta como funções principais a regulação térmica do corpo, o transporte de gases como O_2 e CO_2 , vitaminas e metabólitos, assim como íons, ajudando o organismo a manter o equilíbrio ácido-básico. O sangue é responsável ainda pelo transporte dos leucócitos, que são as células de defesa do organismo para as diversas partes do corpo, as quais migram para o tecido conjuntivo subjacente, em caso de necessidade de defesa.

Na vida adulta as células sanguíneas são produzidas na medula óssea. Veremos a seguir, detalhes de cada uma das células sanguíneas.

8.3 Hemácias (ou glóbulos vermelhos ou eritrócitos)

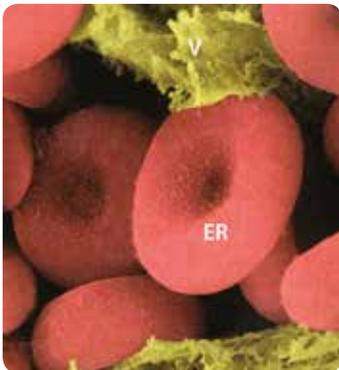


Figura 8.1 (C)- Eletromicrografia de varredura mostrando o formato biconcavo dos eritrócitos (ER) no interior de um vaso sanguíneo (V). (Adaptado de OVALLE; NAHIRNEY, 2008, p.160)

São glóbulos anucleados. As células precursoras das hemácias são formadas na medula óssea e fazem parte da **série vermelha** do sangue. Antes de entrarem na corrente circulatória elas **perdem o núcleo no processo de maturação**, além de todas as suas organelas. As hemácias têm um tempo de vida limitado, após cerca de 120 dias, essas células anucleadas e envelhecidas, são destruídas por macrófagos no baço, fígado e medula óssea.

Quando na corrente circulatória, as hemácias compõem o maior volume celular do sangue, apresentando formato bicôncavo, com tamanho de 7,5 μm de diâmetro e não mais de 2,0 μm de espessura, com 1,0 μm de diâmetro na parte mais estreita da célula (Figura 8.1 C). Esta conformação permite um aumento de superfície de

membrana, aumentando também a sua capacidade de **transporte de gases, sua função primordial**. O aspecto amarelo–claro da hemácia não corada é devido à presença de **hemoglobina**, uma proteína constituída por quatro cadeias de polipeptídeos, cada uma delas ligada a um grupo heme (proteína do tipo ferroporfirina) que **contém ferro**. Para as trocas gasosas **nos pulmões**, com altas concentrações de oxigênio, **o ferro se liga ao O₂** enquanto a porção globina da hemoglobina libera o CO₂. Já nos tecidos, a baixa concentração de oxigênio faz com que o oxigênio seja liberado e o gás carbônico seja ligado à molécula de hemoglobina, equilibrando o transporte de gases. A **hemoglobina que está transportando oxigênio** é denominada **oxi–hemoglobina** e, quando ela **transporta gás carbônico**, chamamos **carboxi–hemoglobina**.

8.4 Leucócitos (ou glóbulos brancos)

Leucócitos ou glóbulos brancos (Figuras 8.1 A e B). São os componentes da **série branca** do sangue e aparecem em um número muito menor que as células da série vermelha. Uma pessoa adulta apresenta normalmente níveis de 6.500 a 10.000 leucócitos por mm³ de sangue.

Os leucócitos fazem parte do sistema de defesa do organismo, implicados nas defesas celulares e imunocelulares do organismo, não **agem** no sangue, mas **nos tecidos adjacentes**, usando o sangue apenas como meio de transporte. Para poderem realizar suas funções, os leucócitos migram para o tecido conjuntivo por entre as células do endotélio dos vasos sanguíneos, através do mecanismo de **diapedese**. Quando os tecidos são invadidos por micro-organismos os leucócitos são atraídos por **quimiotaxia**, ou seja, substâncias originadas dos tecidos, do plasma sanguíneo e dos próprios micro-organismos provocam uma resposta migratória, para o local onde está a maior concentração desses agentes quimiotáticos.

Podemos dividir os leucócitos em granulócitos e agranulócitos. Os granulócitos apresentam grânulos em seus citoplasmas, sendo eles os **Neutrófilos**, **Eosinófilos** e **Basófilos**. Os agranulócitos não apresentam granulações citoplasmáticas visíveis à microscopia de luz, **são os Linfócitos e Monócitos**.

- **Diapedese**
- Processo de passagem
- através da parede do vaso.

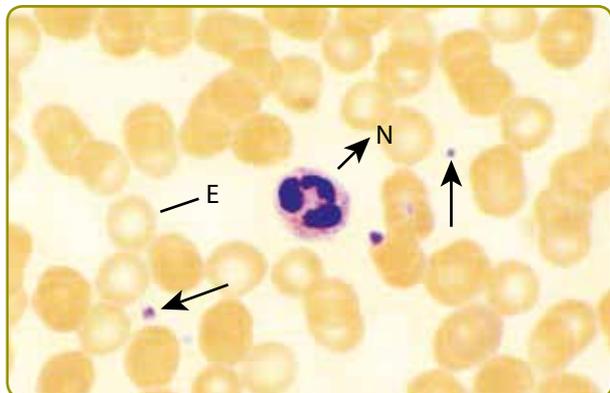


Figura 8.2 (A)- Fotomicrografia de neutrófilo [N] apresentando núcleo multilobulado e grânulos no citoplasma. As hemácias [E] são o tipo celular mais abundante, as setas indicam plaquetas. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 228)



Figura 8.2 (B) - Desenho esquemático de um neutrófilo; corpúsculo de Barr [seta] (Adaptado de OVALLE; NAHIRNEY, 2008, p.161)

8.4.1 Neutrófilos

Neutrófilos são as células que representam o maior número dos leucócitos, chegando a 70% do total de células brancas. Em caso de **infecções bacterianas agudas**, estas são as **primeiras células a serem identificadas**. Constituem importante **defesa celular** contra a invasão de microorganismos.

Os neutrófilos apresentam-se em tamanhos de 9 a 12 μm de diâmetro e com **núcleo multilobulado**. Quanto mais velha for a célula, tanto mais lóbulos haverá no núcleo, todos unidos por finas pontes de cromatina, sendo **mais comum encontrar essa célula com três lóbulos** (Figuras 8.2 A e B). Em alguns núcleos desta célula é possível ver uma estrutura pequena em forma de “raquete de tênis”, o **corpúsculo de Barr** ou **cromossomo sexual** (Figura 8.2 B) correspondente ao segundo cromossomo X na mulher, que permanece condensado e sem atividade.

O **citoplasma** é carregado de **granulações específicas**, cujas dimensões se situam próximo ao limite de resolução do microscópio de luz. Essa granulação tem pouca afinidade pelos corantes e **contém enzimas que auxiliam na função anti-**

microbiana, hidrolases ácidas, lisozima (**que é um agente bactericida**), elastase, colagenase inespecífica, entre outros agentes, que se envolvem na resposta inflamatória.

No sangue circulante, aparecem como **células esféricas que não fagocitam**, mas tomam forma ameboide e são capazes de fagocitar, tão logo toquem o substrato sólido sobre o qual possam emitir seus pseudópodos, com capacidade de se movimentar.

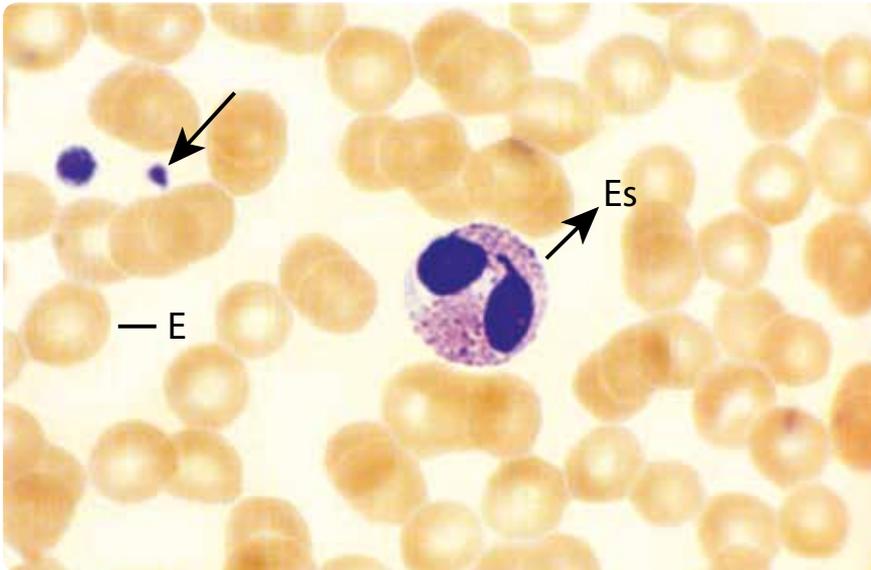


Figura 8.3 (A) - Eosinófilo [Es] com núcleo bilobulado, hemácias [E] e na seta uma plaqueta. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 228)

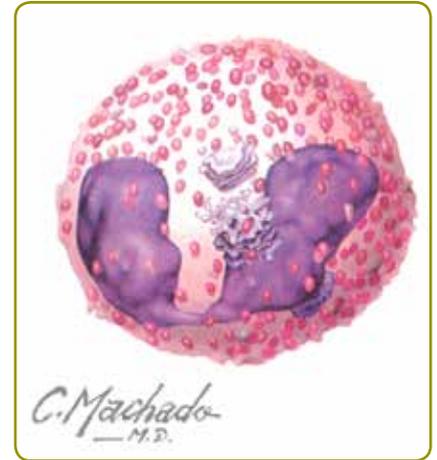


Figura 8.3 (B) - Desenho esquemático de um eosinófilo. (OVALLE; NAHIRNEY, 2008, p.162)

8.4.2 Eosinófilos

Eosinófilos são células arredondadas quando observadas **em suspensão** e **nos esfregaços** sanguíneos (Figuras 8.3 A e B) e correspondem a menos de 4% do total de glóbulos brancos do sangue. Quando migram para o tecido conjuntivo podem, no entanto, mudar sua forma. Com 10 a 14 μm de diâmetro, são facilmente reconhecíveis em esfregaços por causa da forma de seu **núcleo bilobulado** e **alongado**, sendo os seus lóbulos unidos por uma ponte fina de cromatina. Os eosinófilos possuem **grânulos específicos** e **grânulos azurófilos**. Normalmente são bem visíveis, por serem grandes e se corarem pela eosina (granulação acidófila) em preparados para microscopia de luz, sendo a principal característica para a identificação do eosinófilo.

Os eosinófilos **fagocitam e eliminam complexos de antígeno com anticorpos** que aparecem em casos de alergia. Essa célula **geralmente** não faz fagocitose isolada do antígeno ou do anticorpo, ou de micro-organismos. São atraídos para as áreas de inflamação alérgica pela histamina, produzida principalmente por basófilos e mastócitos. Há evidências de que os eosinófilos produzem moléculas que inativam, por exemplo, histamina, modulando a inflamação.

Quando ocorrem infestações parasitárias no organismo, os eosinófilos aumentam em número, assim como em estados

alérgicos, na asma e em reações adversas a drogas. Os corticosteroides (hormônios da camada cortical da adrenal) induzem uma queda imediata da concentração dos eosinófilos do sangue e nos locais da inflamação.

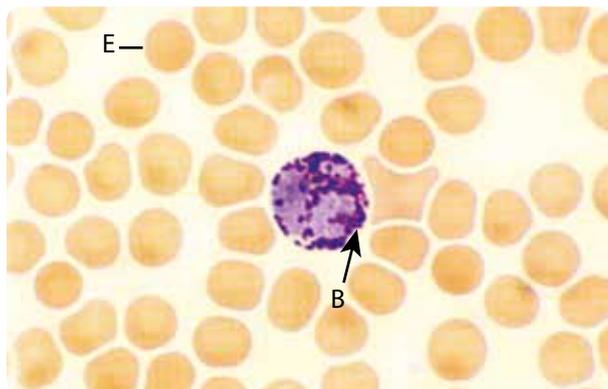


Figura 8.4 (A) - Basófilo [B] com granulação irregular que encobre parcialmente o núcleo e hemácias [E]. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 228)

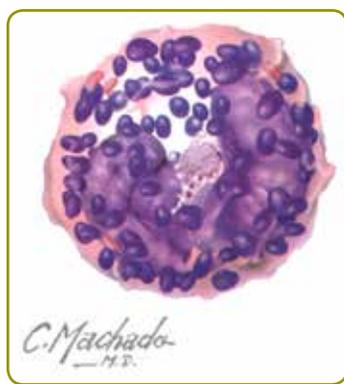


Figura 8.4 (B) Desenho esquemático de um basófilo. (OVALLE; NAHIRNEY, 2008, p.163)

8.4.3 Basófilos

Basófilos são células pouco comuns nos esfregaços, pois constituem menos de 1% dos leucócitos do sangue. Caracterizam-se por **possuírem grânulos citoplasmáticos grandes**, maiores que os outros granulócitos, **núcleo retorcido e volumoso** (Figuras 8.4 A e B), que muitas vezes fica encoberto pela granulação citoplasmática abundante, não sendo visualizado na maioria dos preparados.

Análises bioquímicas demonstraram que os **basófilos possuem** (em seus grânulos) **substâncias envolvidas nos processos alérgicos** (por exemplo, heparina, sulfato de condroitina e histamina), portanto participam dos processos alérgicos, assim como os mastócitos. Eles liberam seus grânulos para o meio extracelular, sob ação dos mesmos estímulos que promovem a expulsão dos grânulos dos mastócitos. Mas, **já está bem provado que os basófilos não são os precursores dos mastócitos**, que são encontrados nos tecidos, como se acreditava, e têm origem em precursores diferentes. Ambos possuem **receptores** de membrana específicos **para imunoglobulinas do tipo IgE**, produzidas em resposta a reações alérgicas.

8.4.4 Monócitos

Os monócitos são células grandes, apresentando em sua superfície celular muitas microvilosidades e vesículas de pinocitose. Em preparados para microscopia de luz, geralmente apresentam um citoplasma com vacúolos e muitos grânulos lisossômicos muito finos. Esses grânulos, geralmente, estão no limite de resolução do microscópio de luz e quando abundantes, podem preencher todo o citoplasma, conferindo uma coloração acinzentada. O **núcleo**

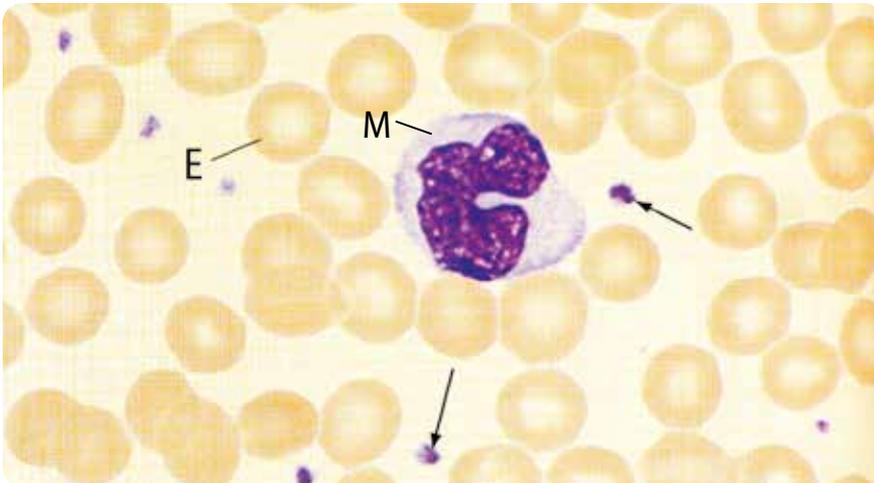


Figura 8.5 (A) - Monócito [M] com núcleo em forma de rim ou ferradura; hemácia [E]; plaquetas (setas). (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 228)

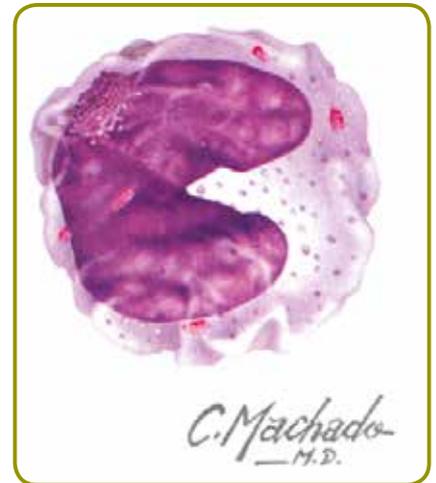


Figura 8.5 (B) - Desenho esquemático de um monócito. (OVALLE; NAHIRNEY, 2008, p.165)

apresenta a **chromatina mais frouxa e delicada**, o que confere aspecto mais claro a esse núcleo, em comparação com os outros leucócitos, apresenta ainda, forma **ovoide, de rim ou ferradura**, o que caracteriza o monócito diante de outros leucócitos (Figuras 8.5 A e B). Os monócitos formam o sistema monócito-macrófago. Quando ocorre a presença de material necrótico ou de micro-organismos invasores, **os monócitos deixam o sangue** e entram nos tecidos adjacentes com movimentos ameboides, a partir de uma resposta química de percepção, **chamando-se então de macrófagos**. Assim o monócito faz parte do sistema mononuclear fagocitário.

8.4.5 Linfócitos

Linfócitos são células pequenas, possuem de 6 a 9 μm . São as menores células da série branca, apresentando um **halo pequeno de citoplasma em volta do núcleo**. O **núcleo** geralmente é esférico apresentando **chromatina disposta em grumos grosseiros**, deixando-o com aspecto **escuro** nos preparados de rotina, caracterizando bem o tipo celular (Figuras 8.6 A e B). São **células responsáveis por gerar respostas imunes específicas** aos vírus, que aparecem em grande número, especialmente em adultos e crianças



Figura 8.6 (B)- Desenho esquemático de um linfócito. (OVALLE; NAHIRNEY, 2008, p.164)

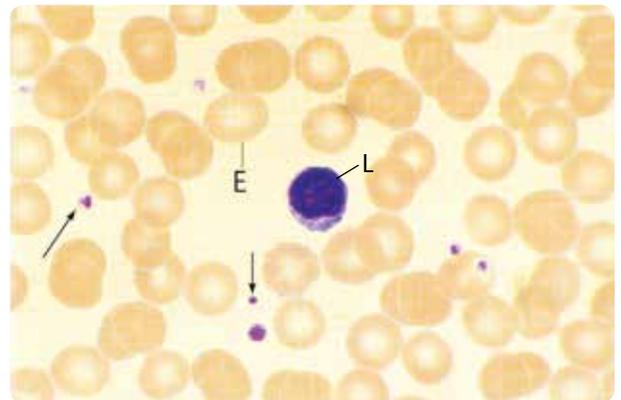


Figura 8.6 (A)- Linfócito [L] com núcleo redondo e escuro, as hemácias [E] abundantes, as setas apontam as plaquetas. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 228)

mais velhas. Da série de leucócitos, os linfócitos são as células mais numerosas em crianças pequenas. Cerca de 3% dos linfócitos apresenta um tamanho grande. Estes linfócitos grandes são normalmente encontrados no sangue e são considerados linfócitos em trânsito para os tecidos. Têm em torno de 9 a 15 μm de diâmetro, apresentam núcleo ovalado e cromatina bastante densa, o que caracteriza uma célula com pouca atividade de síntese. **Imunologicamente** podem ser reconhecidos **dois tipos de linfócitos: os linfócitos B e os linfócitos T**, ambos envolvidos em respostas imunes específicas, porém diferentes.

Existem **células formadas a partir da ativação dos linfócitos B**, responsáveis pela síntese de imunoglobulinas, que são os **plasmócitos**. São geralmente encontrados em tecidos de sustentação, como tecido conjuntivo e em órgãos linfoides especializados, não sendo encontrados no sangue.

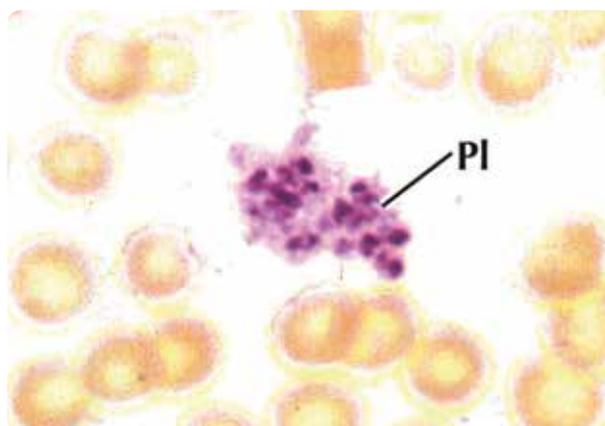


Figura 8.7 (A) - Plaquetas aglutinadas [Pl]. (Adaptado de OVALLE; NAHIRNEY, 2008, p.166)



Figura 8.7 (B) - Desenho esquemático das plaquetas. (OVALLE; NAHIRNEY, 2008, p.166)

8.5 Plaquetas

As **plaquetas** (Figuras 8.7 A e B) não são células, mas **fragmentos de** uma célula grande e multinucleada encontrada na medula óssea, chamada **megacariócito** (Figura 8.8). As plaquetas são importantes na **hemostasia** ou coagulação sanguínea e por isso são conhecidas também como trombócitos. As plaquetas **são discos biconvexos, redondos ou ovais, pequenos**, e, como são apenas fragmentos **celulares não contém núcleo** (Figuras 8.6, 8.7 A e B e 8.9). Em esfregaços de sangue, sua forma não é claramente observada, pois aparecem geralmente agrupadas (Figuras 8.7 A e B). O citoplasma possui aspecto granular corado de púrpura, devido às suas numerosas organelas (mitocôndrias, grânulos de glicogênio, microtúbulos, complexo de Golgi, ribossomos e um sistema enzimático), que estão concentradas próximas ao centro. No citoplasma das plaquetas são

encontrados **quatro tipos de grânulos**, contendo elementos importantes para a realização de sua função, como por exemplo, **fatores de coagulação** (fibrinogênio) e **fator de crescimento derivado das plaquetas**, que está envolvido na reparação vascular.

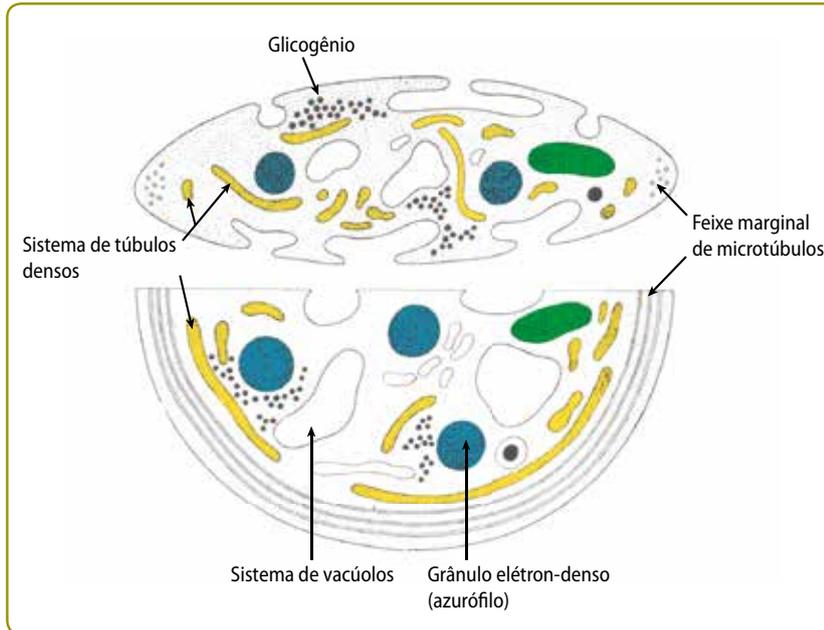


Figura 8.9 - Esquema geral da ultra-estrutura de uma plaqueta. (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 203)

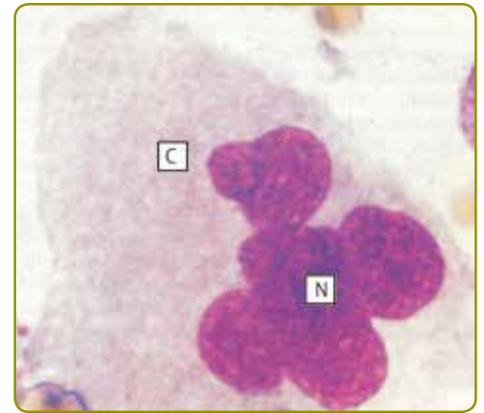


Figura 8.8 - Megacariócito. Observe o núcleo [N] multilobulado e irregular e o citoplasma abundante [C]. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 109)

Resumo

O **sangue**, um tipo especializado de tecido conjuntivo, é um fluido viscoso composto por **glóbulos vermelhos** (ou eritrócitos ou hemácias), **glóbulos brancos** ou leucócitos e as **plaquetas** em suspensão na matriz extracelular (fluido), denominada plasma. O plasma é um fluido amarelado, no qual células e plaquetas (que são fragmentos celulares dos megacariócitos), além de compostos orgânicos e eletrólitos estão suspensos ou dissolvidos.

Os eritrócitos são as células mais abundantes do sangue, responsáveis pela troca de gases O_2 e CO_2 no organismo, em forma de disco bicôncavo. Em mamíferos são células anucleadas. Os **leucócitos** podem ser do tipo **granulócitos** (**neutrófilos**, **eosinófilos** e **basófilos**) ou **agranulócitos** (**linfócitos** e **monócitos**). Os leucócitos fazem parte do sistema de defesa do organismo. As plaquetas

estão relacionadas com o processo de coagulação sanguínea, sendo também conhecidas como trombos.

Referências

BURKITT, H. George; WHEATER, Paul R.; YOUNG, Barbara; HEATH, John W. **Histologia funcional**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 409p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Atlas de Histologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 321p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de histologia em cores**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 426p.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 33+427p.

OVALLE, William K.; NAHIRNEY, Patrick C. **Netter Bases da Histologia** 1. Ed. Rio de Janeiro, 2008. 493

Sistema circulatório

Neste capítulo estudaremos como está organizado o sistema circulatório, sanguíneo e linfático. Também conheceremos a constituição dos vasos, ou seja, como são formados desde os vasos de pequeno calibre até os de grande calibre. Aprenderemos a diferenciar histologicamente artérias e veias.

Nesse capítulo estudaremos o sistema circulatório, por onde circula o sangue, e veremos também os vasos linfáticos, por onde circula linfa.

O sistema circulatório é composto pelo coração e pelos vasos sanguíneos de calibre variado. Temos nesse sistema desde vasos muito grandes e com parede espessa, como nas artérias, que levam o sangue do coração em direção aos órgãos, até os vasos muito pequenos, com parede bem fina, como os capilares.

Junto da variação do calibre dos vasos, desde muito grandes até muito pequenos, temos também uma modificação nos componentes da parede desses vasos, adequada para suportar a pressão sanguínea gerada pelo coração.

As veias, como estão retornando com o fluxo sanguíneo em direção ao coração e estão sujeitas a uma pressão menor do que aquela sofrida pelas artérias, apresentam um calibre e espessura de parede intermediários, quando comparamos com as artérias.

Os vasos linfáticos de uma maneira geral apresentam parede pouco espessa, geralmente fina.

Como se caracteriza o sistema circulatório

O sistema circulatório é formado basicamente por dois tipos de sistemas de vasos: **o sistema cardiovascular e o sistema linfático**. O **sistema cardiovascular transporta sangue** do coração para os tecidos, e de volta retorna dos tecidos para o coração, num sistema de fluxo bidirecional. O **sistema linfático recolhe o excesso**

de fluido extracelular (que é chamado de **linfa**) dos tecidos para levá-lo de volta ao sistema cardiovascular. Enquanto o sistema circulatório mantém um fluxo bidirecional e circula por um sistema fechado de vasos, o sistema linfático apresenta um fluxo unidirecional e capta a linfa a partir de um sistema aberto, para depois lançar o fluxo, em vasos **linfáticos**.

9.1 Sistema cardiovascular

O **Sistema cardiovascular é constituído por artérias, capilares, veias e pelo coração** (Figura 9.1), que é um órgão muscular responsável pela propulsão do sangue no sistema. O sistema cardiovascular possui dois circuitos, sendo um o pulmonar e outro o sistêmico. O circuito pulmonar é responsável pelo transporte de sangue para os pulmões, onde ocorrem basicamente as trocas gasosas e, o circuito sistêmico leva e traz o sangue dos órgãos e tecidos.

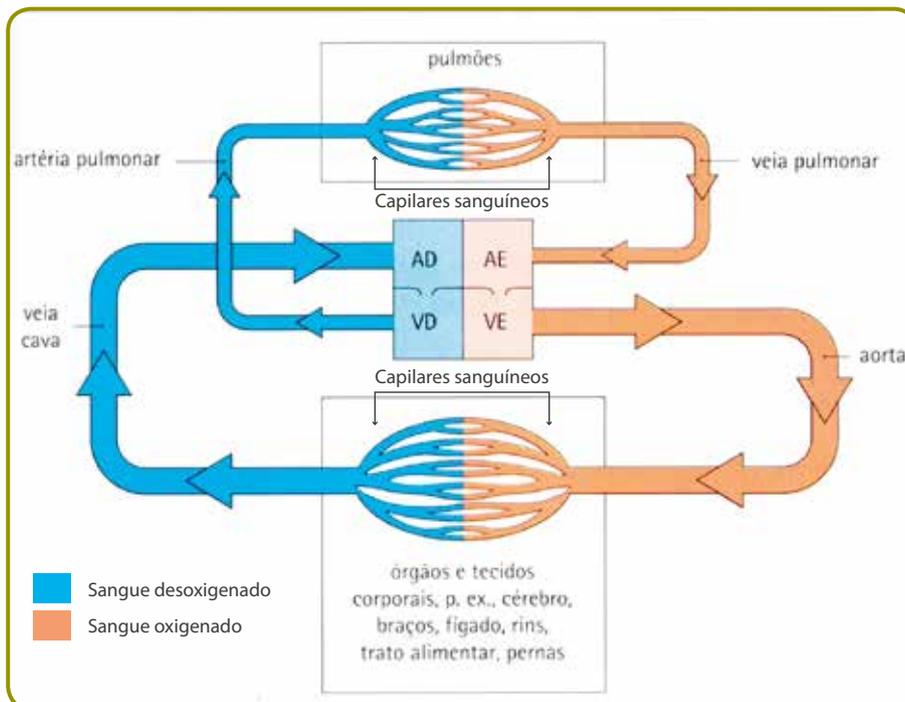


Figura 9.1 - Circulação sanguínea sistêmica e pulmonar. Esquema ilustrando os principais componentes da circulação sanguínea sistêmica e pulmonar. O coração é uma bomba de 4 câmaras sendo central a ambos os sistemas. A direção do fluxo sanguíneo é indicada pelas setas. Os vasos sanguíneos que transportam o sangue para fora do coração são chamados artérias e os que levam o sangue para o coração são chamados veias. Os vasos venosos sistêmicos e os arteriais pulmonares transportam sangue desoxigenado; os vasos pulmonares venosos e arteriais sistêmicos transportam sangue oxigenado. As trocas gasosas ocorrem em pequenos vasos de paredes delgadas chamados capilares. (Adaptado de STEVENS; LOWE, 2002, p. 137)

As **artérias** constituem a designação de uma série de **vasos calibrosos** que recebem o sangue vindo **proveniente** do coração, ramificando-se cada vez mais em vasos de calibres menores, suprindo de sangue todas as regiões do corpo.

Os **capilares** formam uma rede de **pequenos vasos**, possuem **paredes** em geral **muito delgadas**, que permitem a passagem de gases, nutrientes, metabólitos, hormônios e outras substâncias sinalizadoras, que são trocadas entre o sangue e os tecidos, mantendo o metabolismo em atividade normal.

As **veias** são vasos que recebem o sangue dos capilares, formando vasos cada vez maiores, conduzindo o sangue de volta para o coração.

Em **comparação com as estruturas venosas**, as **artérias possuem paredes mais espessas**. As paredes dos vasos que suportam altas pressões, como a artéria subclávia, são mais espessas que as paredes dos vasos que estão sob pressões mais baixas, como a veia subclávia. O calibre das artérias vai diminuindo também, à medida que estas vão se bifurcando, **ramificando**, formando uma rede cada vez mais distante do coração. As veias, em comparação, trazendo o sangue da rede capilar vão aumentando seus calibres à medida que se aproximam do coração. As camadas que compõem os vasos, então, se distribuem de modo a atender um pouco as necessidades que o calibre dos vasos determina, de acordo com o fluxo exigido na circulação. Em geral, as **paredes dos vasos**, independentemente do tipo, são constituídas por **três camadas chamadas túnicas**.

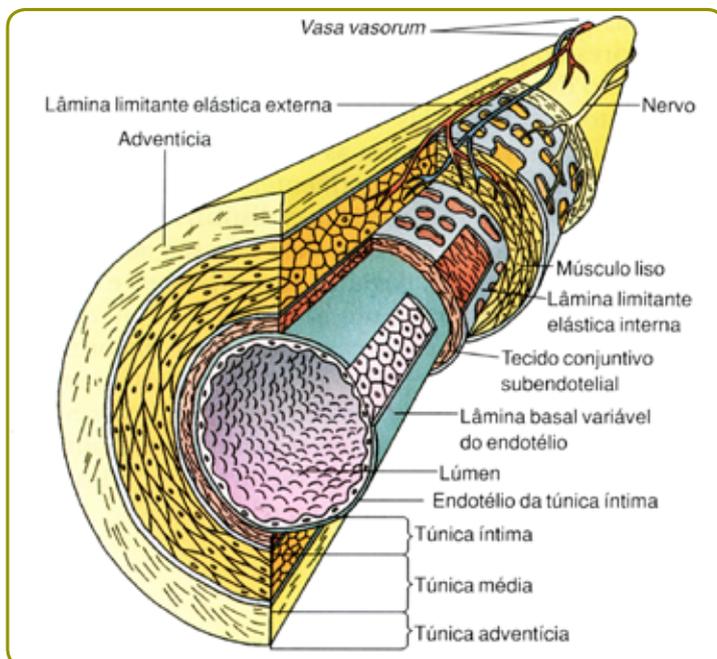


Figura 9.2 A - Esquema de uma artéria típica mostrando os componentes da parede. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 258)

9.1.1 Túnicas dos vasos

Veja na Figura 9.2 A o esquema da parede de uma artéria, com seus vários componentes.

Os vasos típicos são formados por três tipos de camadas, chamadas túnicas:

A) Túnica íntima

Túnica íntima é a camada **mais interna** (Figura 9.3). Esta túnica denominada íntima, possui uma camada única de **células epiteliais** pavimentosas, **as células endoteliais**, que revestem a luz do vaso, apoiadas no **tecido**

conjuntivo frouxo, subjacente, muito delicado. Em artérias de tamanho médio a grande a túnica íntima apresenta uma delgada faixa de fibras elásticas, chamada de limitante elástica interna (Figura 9.2 B).

B) Túnica média

Túnica média é uma **camada intermediária** (Figuras 9.2 A e B e 9.3), situada entre a túnica íntima e a túnica adventícia.

É formada especialmente por células musculares lisas, dispostas concentricamente em torno da luz do tubo. A **camada mais externa da túnica média** contém a outra faixa de fibras elásticas, a camada **limitante elástica externa**.

C) Túnica adventícia

Túnica adventícia (Figuras 9.2 A e B e 9.3) está sobreposta à túnica média, sendo formada

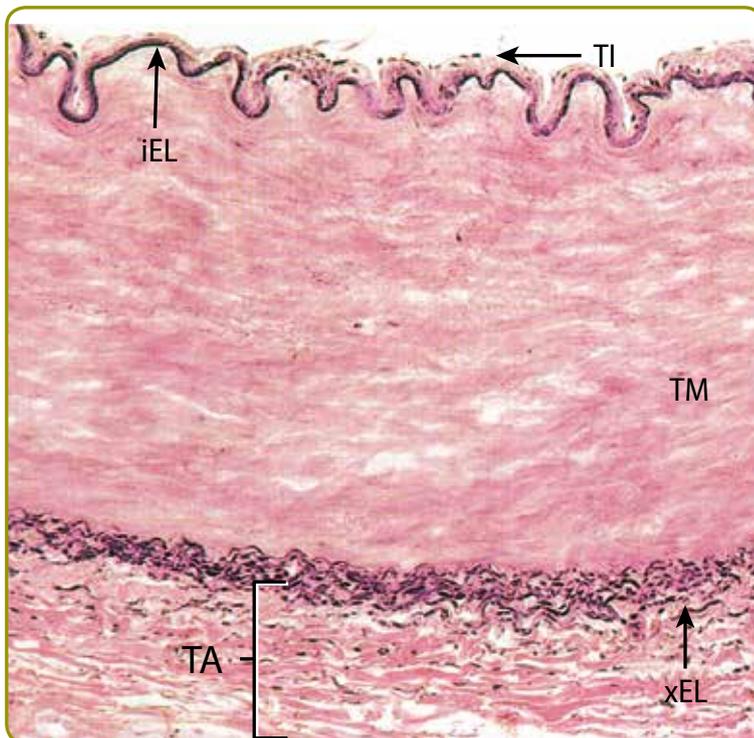


Figura 9.2 B - Micrografia de artéria muscular, túnica íntima [TI], com limitante elástica interna (iEL), túnica média [TM] espessa, e limitante elástica externa [xEL], túnica adventícia [TA]. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 208)

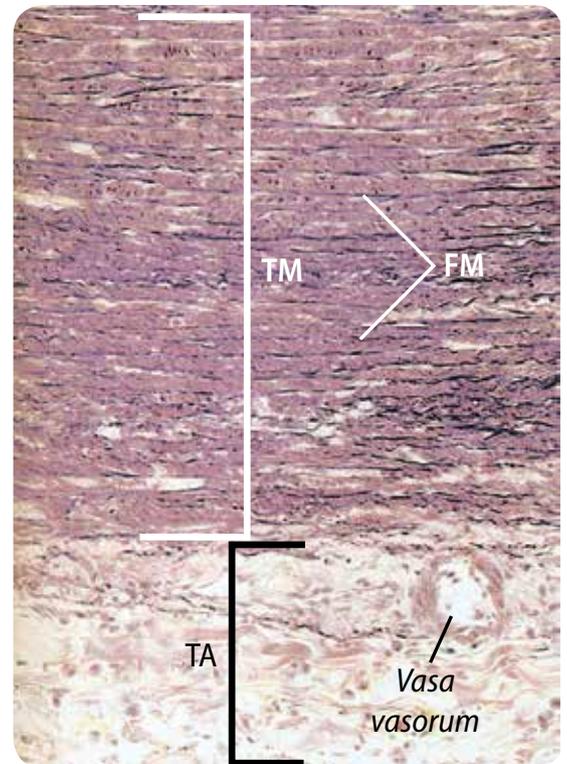


Figura 9.3 - Micrografia de artéria elástica onde se podem observar as membranas fenestradas [FM] na túnica média [TM] e a adventícia [TA] (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 208)

Vasa Vasorum

Significa vaso dos vasos. Os grandes vasos sanguíneos possuem vasos menores em sua parede.

principalmente por tecido conjuntivo fibroelástico (fibras colágenas tipo I e fibras elásticas), arranjado em disposição longitudinal que se funde com o tecido conjuntivo adjacente. Os vasos de grande calibre apresentam nessa camada os **vasa vasorum** (Figura 9.3).

9.1.2 Vasa vasorum

Grandes vasos, que apresentam espessuras maiores por causa de suas grandes camadas, formando uma parede espessa, estariam praticamente impedidos de receber nutrientes por difusão da luz do tubo, se não fosse uma irrigação específica de suas túnica, através de **pequenos vasos (situados na túnica adventícia) que atravessam as paredes dos vasos maiores** (Figura 9.3), indo irrigar as células mais profundas, das túnica média e adventícia. Estes pequenos vasos são chamados de *vasa vasorum*. Uma comparação entre as veias e as artérias nos mostra que há um maior número de *vasa vasorum* nas paredes das veias, uma vez que as veias possuem uma quantidade maior de células que não podem ser supridas com oxigênio e nutrientes por difusão, pois o sangue venoso contém menos oxigênio e nutrientes que o sangue arterial.

Veremos a seguir as particularidades de cada vaso sanguíneo.

9.1.3 Artérias

As artérias são classificadas em **três tipos, de acordo com suas características morfológicas e com os seus tamanhos: artérias elásticas, artérias musculares e arteríolas**. As mudanças que acontecem nestes vasos são gradativas, à medida que as artérias vão diminuindo de tamanho, de modo que algumas vezes, as categorias onde as artérias são incluídas ficam sobrepostas, podendo uma artéria ser classificada em mais de uma categoria. As **maiores artérias são condutoras e apresentam componentes elásticos** em sua composição, sendo chamadas de **artérias de grande calibre** ou **artérias elásticas**. As artérias elásticas apresentam camadas concêntricas de membranas elásticas, chamadas de membranas fenestradas, que ocupam a maior parte da túnica média (veja a Figura 9.3). Por causa da grande quantidade de elastina presente

Exemplos de artérias elásticas podem ser encontrados na aorta e seus ramos.

nestas artérias seu aspecto observado a fresco, normalmente é amarelado.

As **artérias de médio calibre ou artérias musculares**, ditas distribuidoras, incluem a maioria dos vasos originados da aorta. Podem ser de diâmetros maiores até diâmetros de 0,1 mm. São artérias caracterizadas por túnica íntima delgada e **túnica média espessa, onde são encontradas várias camadas de células musculares lisas**, que são características determinantes para a classificação (Figura 9.2). A túnica adventícia possui *vasa vasorum* e terminações nervosas amielínicas.

As **arteríolas** (Figura 9.4) são os menores vasos da categoria, sendo **muito delgados**, com diâmetro menor que 0,1 mm. São os vasos **responsáveis pela regulação do fluxo sanguíneo dos leitos capilares**. As arteríolas **possuem uma camada íntima formada pelo endotélio**, que é sustentado por uma camada bem fina, **delgada, de tecido conjuntivo**. Na **túnica média há de uma a três camadas de células musculares lisas**, que envolvem totalmente as células endoteliais. A túnica adventícia é escassa.

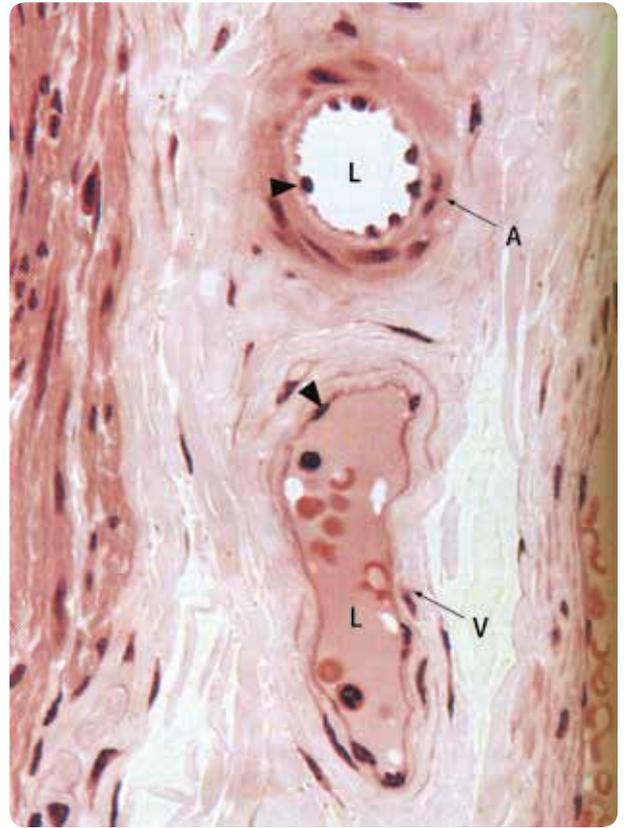


Figura 9.4 - Micrografia de uma arteríola [A] e de uma vênula [V] onde podem ser vistas células de sangue na luz do vaso [L]. Note o endotélio revestindo os vasos (cabeça de seta). (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 204)

9.1.4 Capilares

Os **capilares** têm sua **parede composta unicamente por uma camada de células endoteliais**, sustentadas por uma **membrana basal contínua**. Apenas duas células podem abranger e revestir todo o diâmetro do pequeno vaso. Os **núcleos** destas células pavimentosas **se projetam para a luz do capilar** (Figura 9.5), seu citoplasma contém algum complexo de Golgi e algumas **poucas mitocôndrias**, além de retículo endoplasmático granular e ribossomos livres. Os **capilares apresentam** uma variada quantidade de **vesículas de pinocitose** associadas à membrana plasmática, constituindo uma característica típica nos mesmos.

- **Capilares**
- São os menores vasos
- sanguíneos do sistema
- circulatório, cujo diâmetro
- varia entre 0,25 μm até 1 μm .

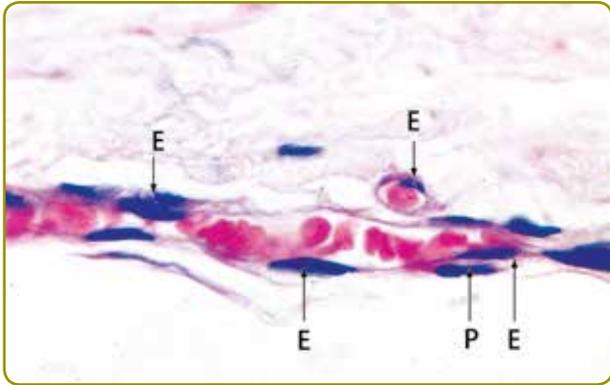


Figura 9.5 - Fotomicrografia de um capilar. Observe as células endoteliais [E] revestindo o capilar; junto das células endoteliais estão os pericitos [P] que podem ter uma função contrátil. (BURKITT, 1994, p. 147)

Classificação dos capilares

Os capilares **podem ser contínuos, fenestrados ou sinusoides**.

1. Os **capilares** com endotélio **contínuo** são os **mais comuns**. Suas células endoteliais formam um revestimento interno sem quaisquer falhas intercelular ou intracitoplasmáticas.
2. Os capilares fenestrados são encontrados especialmente em tecidos onde há extensa troca molecular metabólica com o sangue, como por exemplo, no intestino delgado, nas **glândulas endócrinas** e nos **rins**. A permeabilidade dos capilares fenestrados é maior que a dos capilares contínuos. O endotélio é **perfurado por vários poros ou fenestras**, nas áreas onde o citoplasma é mais adelgado, formando pequenas áreas de fenestras. As fenestras podem ser atravessadas, por uma delgada linha eletrodensa constituindo um diafragma, que pode ser observado na microscopia eletrônica. Nos capilares glomerulares do rim não há diafragma. **A membrana basal é contínua mesmo sobre as fenestrações**.
3. Os capilares **sinusoides** apresentam **grande diâmetro** e são encontrados no fígado, baço, medula óssea e algumas glândulas endócrinas. O endotélio dos sinusoides pode ser contínuo, fenestrado ou descontínuo (esse tipo é encontrado nos sinusoides hepáticos).

9.1.5 Veias

As veias são vasos **mais calibrosos que os capilares**, porém, possuem **paredes mais delgadas que as artérias**, pois o **sangue** que passa por elas percorre seu caminho **sob baixa pressão**. A maioria das veias é de pequeno calibre (Figura 9.4) e médio calibre (Figura 9.6) e têm de 1 a 9 mm de diâmetro.

Se comparadas com as artérias, as veias apresentam diâmetros semelhantes, mas como suas paredes são mais delgadas a luz do tubo é maior. Todas as camadas encontradas nos outros vasos

(íntima, média e adventícia) estão presentes nas veias, mas com menor definição (Figura 9.6). A camada média é formada apenas por poucas fibras musculares lisas e a túnica adventícia é mais desenvolvida nas veias, em comparação com as artérias (Figura 9.6).

Válvulas nas veias

As veias, principalmente as **de médio e pequeno calibre**, dos **membros superiores e inferiores**, **apresentam válvulas** no seu interior (Figura 9.7-). As válvulas são pares de **dobras da camada íntima, em forma de semilua**, que fazem saliência para a luz do vaso. São constituídas por tecido conjuntivo com fibras elásticas e revestidas por endotélio. A contração dos músculos estriados esqueléticos dos membros comprime as veias, impulsionando o sangue nelas contido, e **as válvulas impedem o refluxo sanguíneo**.

9.1.6 Coração

O coração é a **bomba que faz o sangue circular** no sistema fechado de vasos, artérias, veias e capilares. **De característica muscular**, o coração é dividido em quatro câmaras, sendo dois átrios e dois ventrículos (Figura 9.1). Entre as câmaras cardíacas e o fluxo de sangue que passa pelo coração estão as válvulas cardíacas, que são responsáveis por não deixar o sangue retroceder em seu trajeto, ou seja, impedem o refluxo sanguíneo. **As válvulas cardíacas**, em geral, apresentam uma estrutura histológica composta de tecido fibrocolagenoso frouxo com presença de glicosaminoglicanas entre as fibras colágenas.

As **camadas** que constituem o coração são: **o endocárdio, o miocárdio e o epicárdio**. São estruturas, homólogas às **túnicas íntima, média e adventícia** dos vasos sanguíneos. O **miocárdio é a parte**

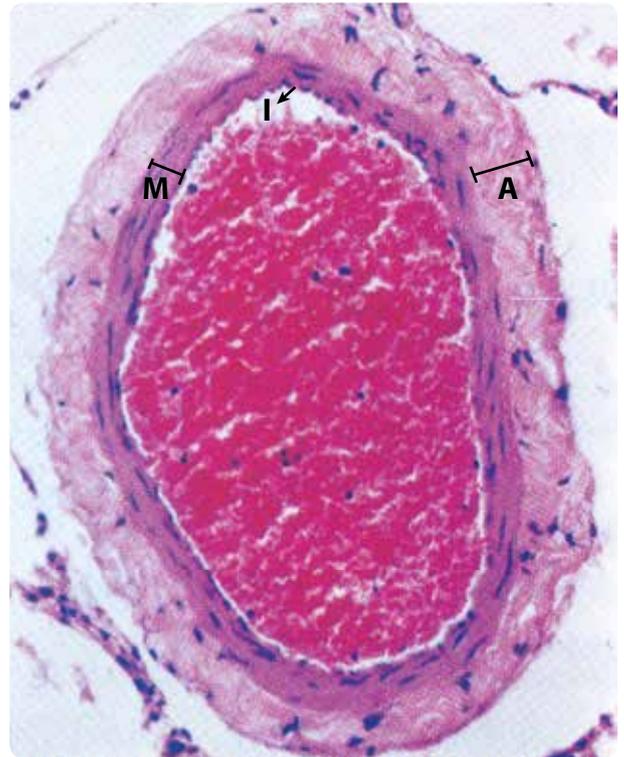


Figura 9.6 - Fotomicrografia de veia de tamanho médio. A túnica íntima [I] é representada pelo endotélio, que está pouco visível nesta Figura. A túnica média [M] é fina e consiste em duas ou mais camadas de fibras musculares lisas. A túnica adventícia [A] é a camada mais desenvolvida da parede do vaso. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 151)

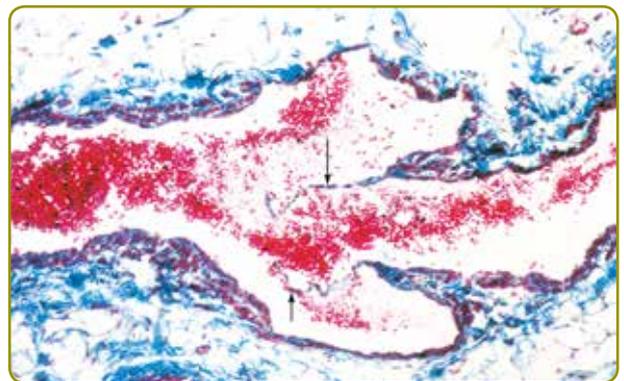


Figura 9.7 - Veia com válvulas. A seta aponta uma válvula em uma pequena veia. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 150)

muscular propriamente dita do coração (**músculo estriado cardíaco**) e foi abordado no capítulo 7 que trata sobre o Tecido Muscular.

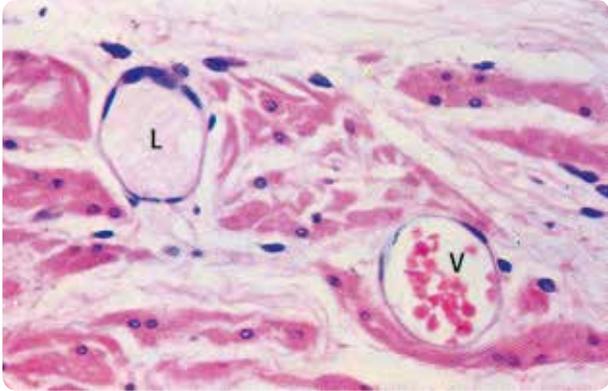


Figura 9.8 - Note a semelhança entre o vaso linfático [L] e uma veia de pequeno calibre [V]. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 151)

Linfa
Líquido que circula pelos
vasos linfáticos.

9.2 Sistema vascular linfático

Num **sistema unidirecional de fluxo**, o sistema linfático é **formado por um conjunto de vasos, que recolhem** o excesso de fluido extracelular dos espaços intersticiais dos tecidos, levando-o de volta ao sistema cardiovascular. Presentes em quase todo o corpo, só não encontramos vasos linfáticos no sistema nervoso central e em áreas como a órbita, ouvido interno, epiderme, cartilagens e ossos. O sistema **vascular linfático funciona num sistema aberto,**

iniciando-se com os capilares linfáticos, delgados tubos em fundo de saco, constituídos apenas por endotélio e lâmina basal (Figura 9.8), recolhendo **linfa**. Diretamente, sem a presença de bomba, nem circulação de fluido como acontece no sistema circulatório. A linfa tem menor concentração de proteínas que o plasma sanguíneo.

No trajeto dos vasos linfáticos estão presentes linfonodos, que obrigam a linfa a passar por uma espécie de filtro de partículas, filtrando-a antes que ela atinja o sistema circulatório cardiovascular. Os linfonodos são ricos em macrófagos, que fagocitam o material particulado presente na linfa.

9.2.1 Circulação linfática x processo carcinogênico

Quando existe um processo carcinogênico, com presença de células de tumores malignos, a disseminação pelo corpo acontece através dos vasos linfáticos. As células malignas podem se multiplicar num linfonodo, já que o trânsito nesse local fica mais lento, e posteriormente se espalhar em processos de metástase. É comum então que na remoção cirúrgica de tumores, os linfonodos aumentados e os vasos linfáticos da região sejam removidos, diminuindo a probabilidade de acontecerem as metástases.

Resumo

O **sistema circulatório** é formado por dois componentes: o **sistema cardiovascular** e o **sistema linfático**. O sistema cardiovascular é formado pelo coração (órgão muscular), artérias, capilares e veias. Os *vasa vasorum* são responsáveis, pelo suprimento de sangue para as paredes musculares dos vasos sanguíneos. Veias de grande calibre apresentam *vasa vasorum* que nutrem suas células mais profundas. As artérias são os vasos sanguíneos que recebem sangue do coração e podem ser: artérias elásticas (condutoras), artérias musculares (distribuidoras) e arteríolas. Os capilares, os menores vasos sanguíneos, são compostos por uma única camada de células endoteliais, podendo ser contínuos, fenestrados ou sinusoides.

As veias são classificadas de acordo com seus diâmetros e espessuras de parede, sendo: pequenas, médias e grandes. As vênulas são semelhantes aos capilares, porém, são um pouco maiores que esses. O coração possui basicamente três camadas: o endocárdio, o miocárdio (músculo) e o epicárdio. Os capilares linfáticos são formados por uma única camada de células endoteliais e uma lâmina basal incompleta.

Referências

BURKITT, H. George; WHEATER, Paul R.; YOUNG, Barbara; HEATH, John W. **Histologia funcional**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 409p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de Histologia em Cores**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 426p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de Histologia em Cores**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 576p.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 33+427p.

STEVENS, Alan; LOWE, James. **Histologia humana**. 2. Ed. São Paulo: Manole, 2002. 408p.

Órgãos linfoides

Neste capítulo estudaremos noções básicas da estrutura microscópica dos órgãos linfoides, para caracterizá-los.

O que são órgãos linfoides? E o que fazem os órgãos linfoides?

Todos os organismos vivos estão sujeitos a ameaças de micro-organismos patogênicos, presentes no meio ambiente, como por exemplo vírus, bactérias, fungos e protozoários, que podem causar doenças.

Os órgãos linfoides são estruturas organizadas, repletas de células especializadas, responsáveis pela defesa do nosso organismo. Os órgãos linfoides são um engenhoso sistema celular de defesa, responsáveis por manter a vida protegida de agentes invasores, estranhos ao sistema orgânico.

Na histologia, trataremos apenas do aspecto histológico, ou seja, do arranjo das células de defesa, que formam os órgãos linfoides. Uma área específica da biologia, a imunologia, apresentará o modo de funcionamento do sistema imune, do qual os órgãos linfoides são os atores principais.

Os órgãos linfoides são classificados basicamente em duas categorias:

1. Os órgãos linfoides primários, que são responsáveis pelo desenvolvimento e maturação de umas das **principais células de defesa do nosso organismo, os linfócitos**, tornando-os **células imunologicamente competentes**;
2. Os órgãos linfoides secundários, que são responsáveis pela condição de reação imunológica de antígenos, ou patógenos invasores e células de defesa.

Como exemplos de órgãos linfoides primários podemos citar nos seres humanos o fígado fetal, a medula óssea pré-natal e pós-natal e o timo.

**Células
Imunologicamente
Competentes**
*Células com capacidade de
realizar defesa do organismo*

Os órgãos linfoides secundários são: baço, linfonodos, tonsilas e tecidos linfoides associados às mucosas.

Veremos a seguir, como estão organizados os órgãos de defesa do nosso organismo.

10.1 Tecido linfático difuso

O tecido linfático difuso é encontrado praticamente em todo o organismo, principalmente no **tecido conjuntivo frouxo das mucosas** dos tratos digestório e respiratório, locais mais sujeitos a invasão de microrganismos.

No tecido linfático difuso, os linfócitos apresentam uma disposição ao acaso, sem muita definição.

Os nódulos linfáticos também são estruturas transitórias e representam uma agregação mais densa de tecido linfático, formados por linfócitos. Os nódulos linfáticos são formados por **um centro germinativo** mais claro e por uma **coroa periférica** mais escura (Figuras 10.1 A e B).

- **Tecido Conjuntivo**
- **Frouxo das Mucosas**
- *Mais propriamente chamado de lâmina própria*

- **Centro Germinativo**
- *Locais de produção de linfócitos*

- **Coroa Periférica**
- *Constituída por linfócitos recém-formada – linfócitos B, na sua maioria.*

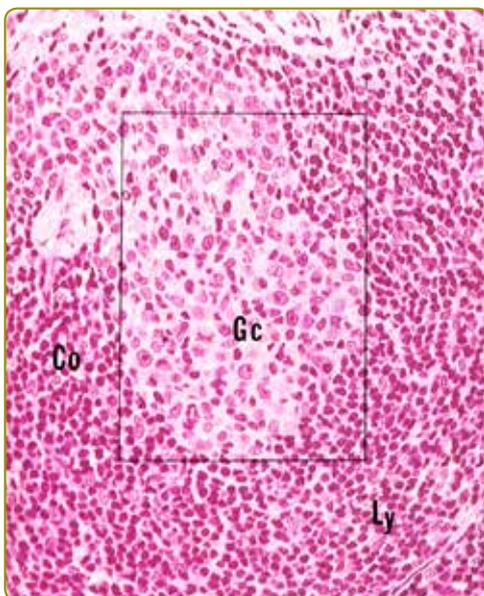


Figura 10.1 (A) - Nódulo linfático. Fotomicrografia de um nódulo linfático localizado no intestino na região do íleo (placa de Peyer): centro germinativo [Gc] de coloração mais clara, é circundado pela coroa [Co] de células de coloração mais escura; linfócitos [Ly]. (GARTNER; HIATT, 1993, p. 135)

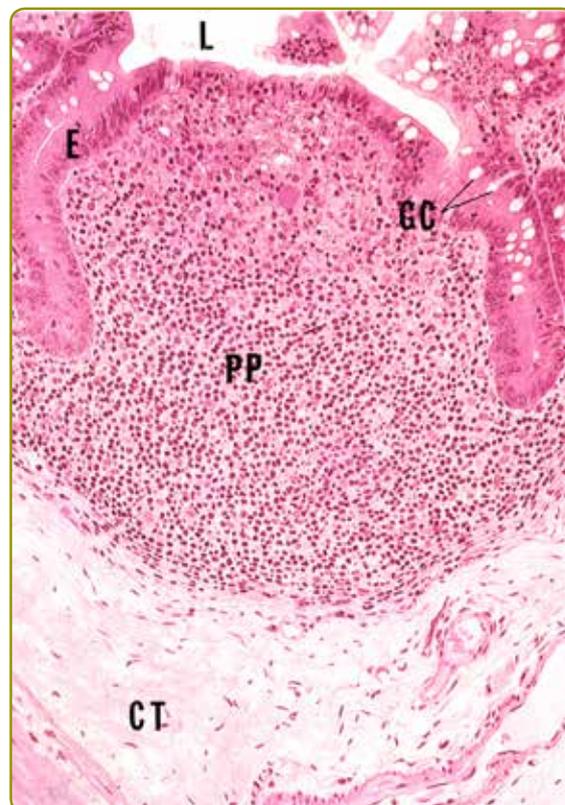


Figura 10.1 (B) - Nódulo linfático. Fotomicrografia de um nódulo linfático, localizado no intestino, fazendo parte de um grupo de nódulos conhecidos como placa de Peyer [PP]; luz do intestino [L] revestida por um epitélio cilíndrico simples [E] apresentando numerosas células caliciformes [GC]; tecido conjuntivo [CT]. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 1993, p. 135)

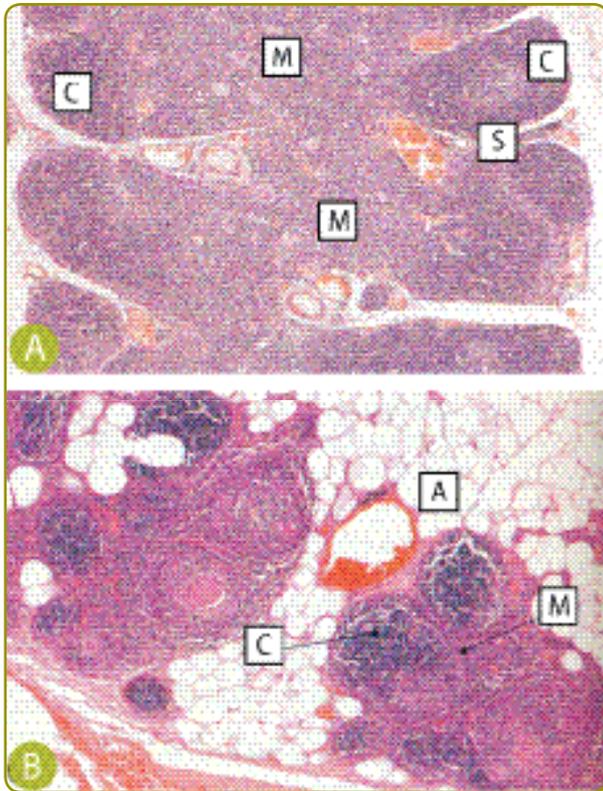


Figura 10.2 - (A) Timo. O córtex [C] é dividido em lóbulos por septos de tecido conjuntivo [S]. A medula [M] é menos celular. (B) Detalhe em maior aumento do timo. Córtex [C]; Medula [M]; Tecido adiposo [A]. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 124)

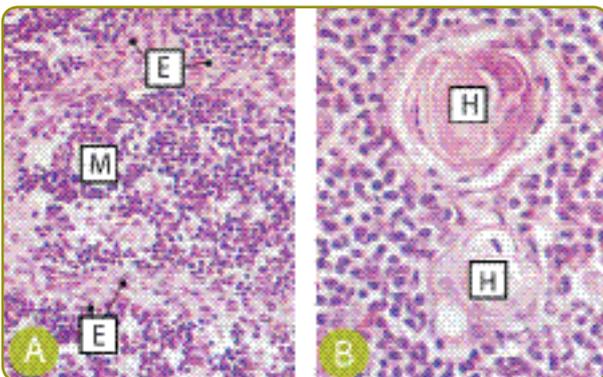


Figura 10.3 - (A) Observe na Figura os epitelíocitos [E] e os macrófagos [M]. (B) Observe o corpúsculo de Hassall [H]. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 124)

10.2 Timo

Possui como principal função a maturação de linfócitos imunologicamente não diferenciados, vindos da medula óssea, em células T maduras. Durante o processo de maturação é que o sistema imunológico distingue o que é próprio (*self*), daquilo que é antígeno (estranho) ao organismo, sendo que é também neste momento que o sistema imunológico desenvolve tolerância ao que é próprio. Como primeiro órgão linfóide a se desenvolver, o timo (Figuras 10.2 A e B) tem uma importância imensa no sistema imunológico nas primeiras fases da vida. Localizado no mediastino superior e anterior, o timo é um órgão lobulado que pesa em torno de 10 a 15 gramas ao nascimento e apresenta-se em aspecto róseo-acinzentado. Até a puberdade, o timo aumenta muito de tamanho, chegando a 30 ou 40 gramas. A partir de então, ele começa a regressar em tamanho, sofrendo infiltrações de tecido adiposo, apresentando-se numa tonalidade mais amarelada. Quando em plena atividade na criança, o timo é dividido em córtex externo, que contém muitas células e, em medula, que é a área central mais clara e com menos células. Os lóbulos que podem ser observados no córtex são irregulares e medem de 0,5 a 2,0 mm de diâmetro, sendo divididos por septos finos que se estendem desde a cápsula de tecido fibrocolagenoso frouxo até a junção entre córtex e medula. Como células principais no timo, encontramos os **epiteliócitos**, os **macrófagos** e os **linfócitos** (Figura 10.3 A).

Os **epiteliócitos** (Figura 10.3 A) são células epiteliais verdadeiras, que formam um arcabouço numa verdadeira rede de sustentação.

Praticamente todos os linfócitos estão agregados aos epitelíocitos, tornando sua visualização um pouco difícil, a não ser quando aparece um corte de vaso sanguíneo.

Os epitelíocitos apresentam muitas características imuno-histoquímicas. Em preparados ultraestruturais podem ser visualizadas células corticais subcapsulares, células corticais internas, células medulares e células dos **corpúsculos de Hassall** (Figura 10.3 B). Nas células corticais subcapsulares, os epitelíocitos formam uma camada que se estende por todo o timo, revestindo septos e vasos sanguíneos que entram e saem do órgão. No córtex, os epitelíocitos podem ser vistos com aspecto de esponja, ricos na presença de linfócitos. Já na medula do timo, os epitelíocitos formam uma estrutura mais densa, com espaçamentos menores, onde são vistos números menores de linfócitos. Os epitelíocitos, em geral, apresentam núcleos ovalados quando corados e apresentam coloração clara e reação eosinofílica do citoplasma, o que facilita a identificação na medula do timo. No córtex do timo, já não é possível uma identificação fácil dado que os cordões formados pelos epitelíocitos são muito finos e, ainda, agregados aos linfócitos, o que torna sua visualização praticamente impossível em nível de microscopia óptica.

Após a puberdade, quando o timo apresenta seu peso máximo, ele sofre uma regressão em tamanho, chegando a não ser mais reconhecido em idades mais avançadas. Duas situações marcam bem esta involução: a redução do tamanho e infiltração de tecido adiposo e, a redução na quantidade de linfócitos. A infiltração de gordura inicia-se ainda com o nascimento, mas aumenta significativamente após a puberdade. A redução de linfócitos começa a acontecer gradativamente após o primeiro ano de vida, sendo provável que, apenas em resquício do tecido do timo continue a produzir algum tipo de hormônio tímico. Enquanto os linfócitos tímicos continuam a proliferar, apesar da idade e da diminuição do timo, está garantida a defesa imunológica por toda a vida do indivíduo.

Os corpúsculos de Hassall são formados por epitelíocitos profundamente inseridos na medula do timo, formando cordões em espiral espessos, podendo apresentar lamelas.

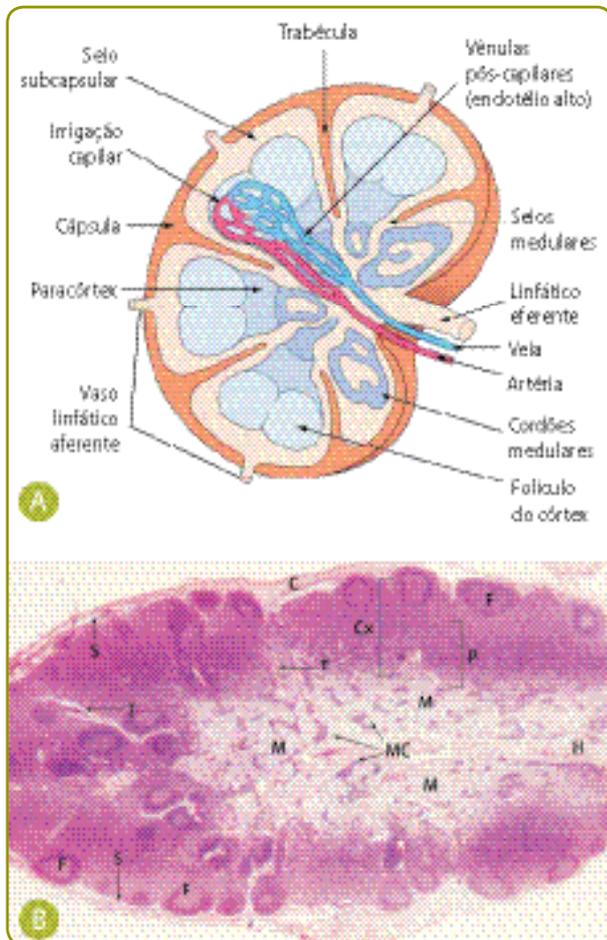


Figura 10.4 - (A) Esquema da estrutura geral de um linfonodo. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 126). (B) Fotomicrografia de linfonodo: Cápsula de tecido conjuntivo [C]; Seio subcapsular [S]; Córtex externo [Cx]; Folículos [F]; Zona paracortical [P]; Trabéculas de tecido conjuntivo [T]; Medula [M]; Cordões medulares [MC]; Hilo [H]. (BURKITT, 1994, p. 205)

10.3 Linfonodos

São órgãos pequenos, responsáveis por respostas imunes importantes para o indivíduo. São encontrados nas axilas, virilha, pescoço e área para-aórtica, ou seja, em locais onde os vasos linfáticos, que drenam uma determinada região anatômica convergem, formando grandes vasos linfáticos. Os linfonodos atuam especialmente como filtros do organismo, através das células fagocitárias, impedindo que partículas como micro-organismos, por exemplo, cheguem à circulação sanguínea. Através de um pequeno número de linfócitos, ainda, os linfonodos podem mediar a proliferação de mais linfócitos, em casos de processos de defesa em atividade. São órgãos pequenos, mas que aumentam seu tamanho consideravelmente quando em resposta a um antígeno, aumentando também a amplitude das respostas imunes pela formação de maior número de linfócitos.

As células funcionais dos linfonodos são basicamente as células linfóides, que incluem todos os tipos de linfócitos; células imunologicamente acessórias, que incluem vários macrófagos e suas reações fagocitárias; e as células do estroma,

que são imunologicamente inativas como as células do endotélio de vasos linfáticos e sanguíneos, além de fibroblastos, que são responsáveis pela formação da trama reticular do estroma.

Os linfonodos são órgãos em forma de feijão ou semelhantes a um rim (Figuras 10.4 A e B), estão envoltos por uma cápsula fibrocolagenosa de onde partem trabéculas fibrosas para o interior do órgão. Este arranjo garante uma maior sustentação. Vários vasos linfáticos aferentes atravessam a superfície do linfonodo e são responsáveis por trazer linfa para o interior do mesmo.

O córtex superficial dos linfonodos se caracteriza pela agregação de linfócitos, que formam os folículos primários. Vistos em

microscopia óptica, apresentam-se corados uniformemente, mas a maioria dos folículos que respondem a antígenos mostra seus centros menos corados, sendo então chamados de folículos secundários. Além de uma maioria de linfócitos B, que são as principais células dos folículos linfoides, os folículos apresentam ainda células TH, assim como macrófagos e células acessórias. Estas células acessórias estão envolvidas nas respostas imunológicas. Os principais tipos de células acessórias são os macrófagos dos seios subcapsular e cortical e as células veladas, localizadas principalmente nos seios subcapsulares.

10.4 Baço

O baço de uma pessoa adulta pesa em torno de 150 gramas, situando-se no lado superior esquerdo do abdômen. O baço é responsável por elaborar respostas imunes primárias aos antígenos circulantes e atuar como filtro para remover da circulação eritrócitos e plaquetas envelhecidas ou anormais. Envolto em uma cápsula delgada e fibrocolagenosa de onde partem septos curtos para o interior do órgão, o baço é composto, em sua maior parte, por um arranjo intrincado de sinusoides e seios vasculares, por onde circula o sangue, denominado de polpa vermelha, que consiste em tecido de sustentação, ou conjuntivo frouxo, apoiado por fibras reticulares. Arteriolas centrais dispostas, ramificadas e associadas a um tecido linfóide denominam uma área chamada de polpa branca, correspondendo de 5 até 20% da massa total do baço (Figura 10.5).

A **polpa vermelha** (Figura 10.5) do baço é composta por arranjos de células em forma de cordões, que são separados por sinusoides. Parece uma esponja. Algumas áreas funcionais são facilmente reconhecidas entre os **capilares**, que drenam para um espaço fusiforme revestido por macrófagos e que formam capilares elipsoides – um parênquima que é composto por células de sustentação reticulares estreladas, circundando cavidades esponjosas por onde o sangue se infiltra lentamente. Os **seios venosos** são revestidos por células endoteliais pavimentosas dispostas sobre uma lâmina basal descontínua interrompida por várias fendas.

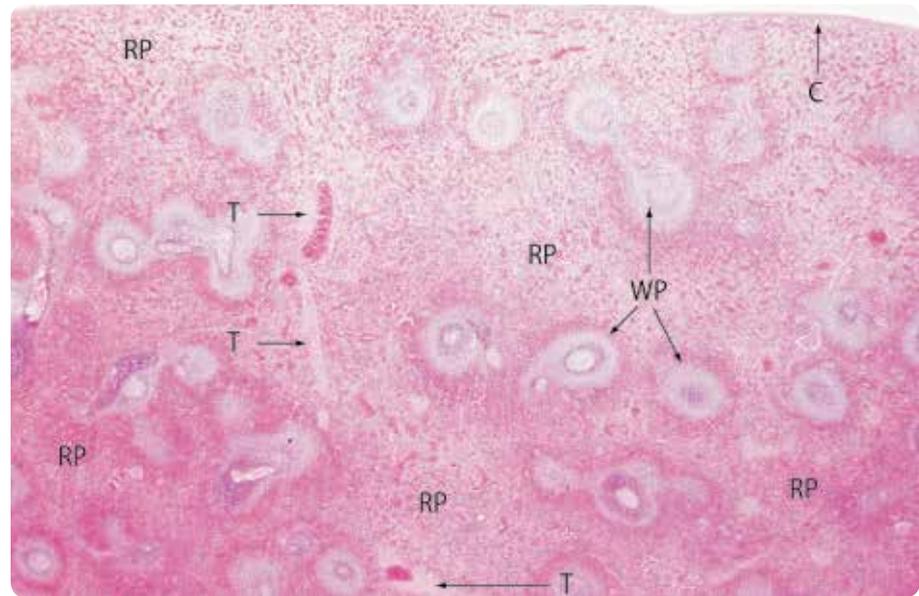


Figura 10.5 - Fotomicrografia geral de baço. Cápsula de tecido conjuntivo [C]; Polpa vermelha [RP]; Polpa branca [WP]; Tecido conjuntivo de sustentação [T]. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 131)

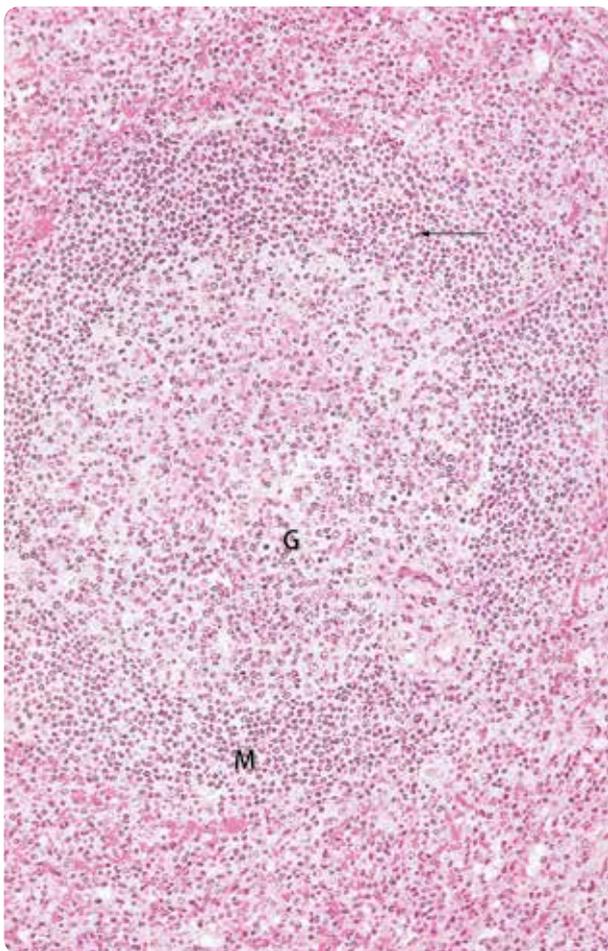


Figura 10.6 - Fotomicrografia da polpa branca do baço, onde podem ser visualizados a zona marginal [M], o centro germinativo [G] e a artéria central indicada por uma seta. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 241)

Os macrófagos estão diretamente associados a estes seios esplênicos, que são envolvidos por fibras reticulares, envolvendo-os como cordas individuais. Dispostas perpendicularmente, as fibras reticulares estão dispostas junto ao eixo dos seios e são revestidas por uma lâmina basal, que neste caso é descontínua.

A **polpa branca** (Figura 10.6) do baço é composta por células linfoides e também é chamada de massa linfoide. Essa pode ser de dois tipos: as que contêm células T e as que contêm células B, normalmente dispostas na **zona marginal**, que circunda a polpa branca numa extensão de cerca de 100 μm de largura, e separa a polpa branca da polpa vermelha. A zona marginal é constituída por plasmócitos, linfócitos B e T, células dendríticas interdigitadas e macrófagos. Pequenos vasos sanguíneos chamados de **seios marginais** podem ser localizados na zona marginal, principalmente junto aos nódulos linfáticos. Outros pequenos e delicados vasos san-

guíneos partem da artéria central em direção à polpa vermelha, de onde retornam para lançar o sangue nos seios marginais.

10.5 Tonsilas (Amígdalas)

Tonsilas são agrupamentos de nódulos linfáticos parcialmente encapsulados, que protegem a entrada da cavidade oral. Pela sua localização, as tonsilas palatinas, faríngea e linguais estão no caminho de antígenos aéreos, ou ingeridos, e reagem contra os antígenos, formando linfócitos em resposta imunológica.

As **tonsilas palatinas** (Figura 10.7), que estão dispostas bilateralmente, estão localizadas no limite da cavidade oral com a faringe oral, entre as pregas glossopalatina e palatofaríngea, e estão separadas do tecido conjuntivo circundante por uma cápsula fibrosa densa. São cobertas por um epitélio pavimentoso estratificado não queratinizado, que se invagina no parênquima da tonsila, formando criptas profundas (10–12 criptas) – que com frequência contêm: resíduos alimentares, células pavimentosas de descamações, leucócitos mortos e bactérias, além de outros agentes antigênicos.

A **tonsila faríngea**, ímpar, fica no teto da nasofaringe. É semelhante à tonsila palatina, mas com uma cápsula incompleta mais delgada.

No lugar de criptas possui pregas rasas, dispostas longitudinalmente. Na base destas pregas abrem-se dutos e glândulas seromucosas. Sua superfície é coberta por epitélio cilíndrico pseudo-estratificado ciliado, entremeado por epitélio pavimentoso estratificado em algumas áreas. O parênquima da tonsila faríngea, assim como acontece com as tonsilas palatinas, é constituído por nódulos linfáticos, em alguns dos quais estão presentes centros germinativos.

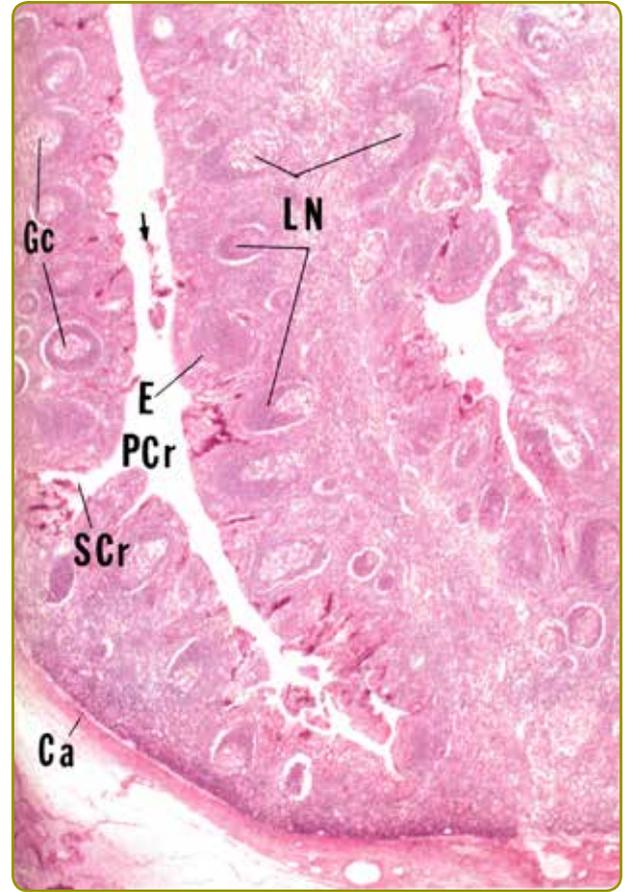


Figura 10.7 - Fotomicrografia da tonsila ou amígdala palatina. Agregado de nódulos linfáticos [LN], apresentando centros germinativos [Gc]. Amígdala palatina é recoberta por um epitélio [E] que também reveste as criptas primárias [PCr] profundas. Estas envaginam-se acentuadamente para o interior da amígdala; Criptas secundárias [SCr]; Cápsula de tecido conjuntivo espessado [Ca]. (GARTNER; HIATT, 1993, p. 139)

Quando inflamada, a tonsila faríngea passa a ser chamada de adenoide.

As **tonsilas linguais** estão localizadas na superfície dorsal do terço posterior da língua. Existem várias tonsilas linguais, todas superficialmente cobertas por epitélio estratificado pavimentoso não queratinizado. Com cápsulas muito delicadas, que as separam do tecido conjuntivo subjacente, cada tonsila tem uma única cripta, onde a base recebe os dutos de pequenas glândulas salivares mucosas.

Resumo

O **timo** é um órgão linfático primário, onde amadurecem os linfócitos T. Histologicamente o timo tem um aspecto mais escuro do que a medula por causa da presença de grande número de linfócitos T. Os **linfonodos**, ou nódulos linfáticos, são estruturas pequenas, ovais, encapsuladas, localizadas no trajeto dos vasos linfáticos, onde atuam como filtros para a remoção de bactérias e outros elementos estranhos ao organismo. O **baço** é revestido por uma cápsula de tecido conjuntivo fibroso e é o maior órgão do sistema linfoide do corpo. O baço divide-se em polpa branca, associada à artéria central, e polpa vermelha, composta pelos seios esplênicos e pelos cordões esplênicos e se assemelha a uma esponja. As **tonsilas**, agrupamento de nódulos linfáticos parcialmente encapsulados, são a primeira linha de defesa do organismo.

Referências

BURKITT, H. George; WHEATER, Paul R.; YOUNG, Barbara; HEATH, John W. **Histologia funcional**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 409p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Atlas de Histologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 321p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de Histologia em cores**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 575p.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 427p.

STEVENS, Alan; LOWE, James. **Histologia humana**. 2. Ed. São Paulo: Manole, 2002. 408p.

Sistema digestório: tubo digestório

Neste capítulo estudaremos a organização geral do tubo digestório, reconhecendo as camadas que o compõem. Ao final do capítulo, abordaremos a distinção histológica dos diferentes segmentos que compõem o tubo digestório.

Quando falamos em tubo digestório, nem sempre nos damos conta de que temos, no interior do nosso corpo, um tubo de passagem de alimento que inicia na boca e termina no ânus.

No decorrer da passagem do alimento ao longo desse tubo, muita coisa importante acontece para que possamos aproveitar ao máximo os nutrientes ingeridos, pois não sintetizamos nosso próprio alimento como os vegetais mas, somos importadores de energia.

Ao longo do tubo podemos observar as particularidades de cada segmento, para processar e aproveitar o alimento ingerido. Na **boca, com o auxílio dos dentes**, quebramos mecanicamente o alimento, que aos poucos segue pelo **esôfago**, um tubo de passagem, que libera o alimento gradativamente para o **estômago**, onde vai acontecer a quebra química do bolo alimentar, pelo ácido estomacal. A seguir, **no intestino**, vai acontecer a digestão enzimática do bolo alimentar já liquefeito, possibilitando dessa forma que os nutrientes dos alimentos possam ser aqui absorvidos, durante o trânsito através de cerca de 6 metros de intestino. O que não for absorvido pela mucosa intestinal, como as fibras dos vegetais por exemplo, é eliminado na formação das fezes, através do **ânus**.

Se pensarmos em todo esse trabalho de digestão, fica fácil imaginar que em cada segmento do tubo digestório, temos algo de particular que auxilia no processamento do alimento ingerido, possibilitando a absorção dos nutrientes e a nutrição do organismo.

Vamos ver agora, como um organismo extrai energia dos alimentos para viver!

Nos lábios pode ser observada a transição do epitélio não queratinizado da boca, para epitélio queratinizado da pele.

O **sistema digestório** é responsável basicamente pelo **preparo do alimento para ser absorvido**. Esse processo pode ser resumido em 5 fases: **ingestão, fragmentação, digestão, absorção e eliminação** dos componentes não digeríveis. O comprimento do tubo digestório é de aproximadamente 9 metros e é **subdividido em regiões** morfológicamente conhecidas como: o **esôfago**, o **estômago**, o **intestino delgado** (duodeno, jejuno e íleo) e o **intestino grosso**. Cada uma dessas regiões exibe características particulares, principalmente na mucosa, refletindo as modificações das funções, em cada uma das partes do sistema.

A ingestão e a fragmentação inicial do alimento ocorrem na cavidade oral. Triturado pelos dentes e umedecido pela saliva, o alimento ingerido resulta na formação de um bolo alimentar. O processo de mastigação é uma tarefa bastante importante que facilita o trabalho da digestão, nas etapas subsequentes.

11.1 A língua

A **cavidade oral**, assim como a língua são revestidas por um **epitélio estratificado pavimentoso não queratinizado**.

A língua é uma estrutura formada por tecido muscular estriado esquelético, mostrando um padrão complexo de disposição das fibras musculares arranjadas em faixas longitudinais, verticais, transversais e oblíquas, todas envolvidas por tecido conjuntivo, geralmente rico em células adiposas.

Na face superior da língua, o aspecto é irregular devido ao grande número de saliências, as **papilas linguais** (Figuras 11.1 e 11.2). As **papilas filiformes** são as mais frequentes, apresentam-se cônicas e alongadas, cobrem toda a superfície superior da língua. Têm função tátil. As **papilas fungiformes** têm a sua base estreita e a parte

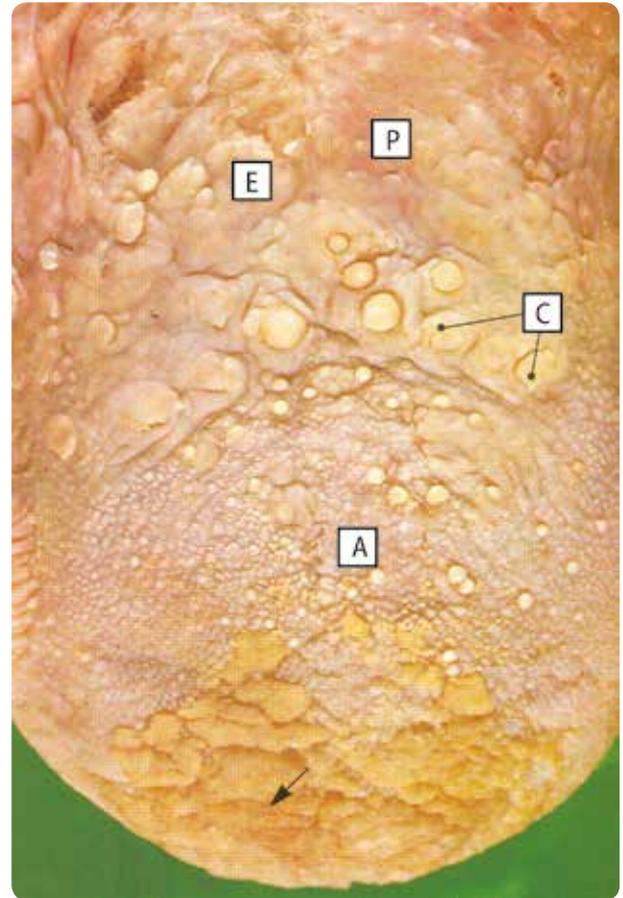


Figura 11.1 - Figura da língua, mostrando a superfície superior, onde estão presentes as papilas linguais. Podemos dividir a superfície superior, através do V lingual onde estão alinhadas as papilas circunvaladas [C], em um terço posterior [P] e dois terços anteriores [A]. [E] representa as elevações em forma de domo. A seta indica depósitos de queratina, mas isso só ocorre em idosos. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 178)

Os provadores profissionais de vinho, após cada prova, fazem bochecho com água, para retirar vestígios de vinhos provados anteriormente, que possam ficar depositados na região das papilas circunvaladas.

- **Papilas linguais**
- São elevações da mucosa,
- que assumem formas e
- funções diferentes.

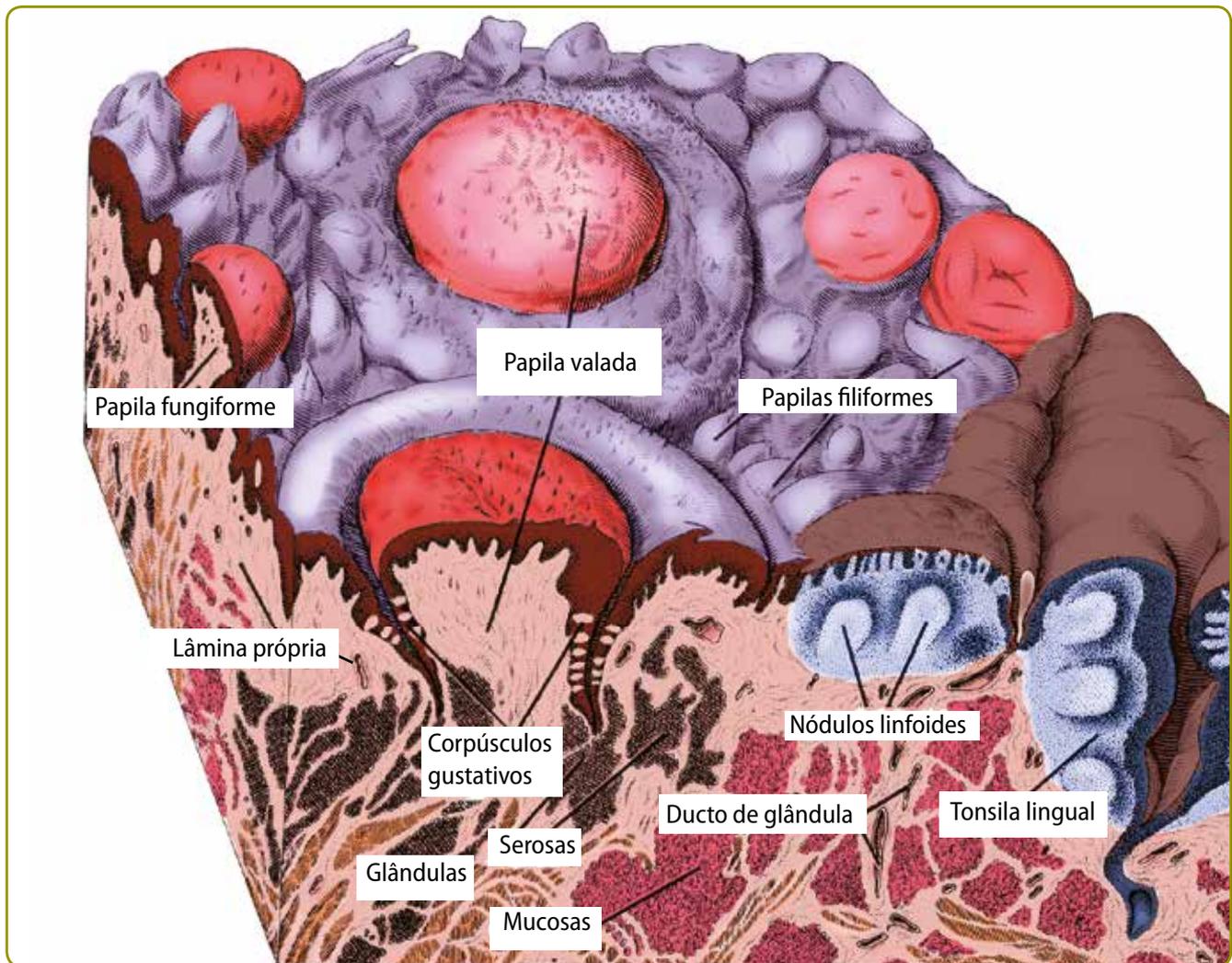


Figura 11.2 - Desenho esquemático das papilas linguais. (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 245)

apical mais dilatada, parecendo-se com um cogumelo, e podem apresentar corpúsculos gustativos. As **papilas circunvaladas** (ou valadas) (Figuras 11.2 e 11.3) têm forma achatada e são circundadas por um sulco profundo, onde desembocam secreções de glândulas salivares linguais (pequenas glândulas salivares). Essas papilas estão dispostas em forma de “V”, formando o **V lingual** (Figura 11.1). Seu número varia de 7 a 12 e apresentam na sua parede lateral **grande número corpúsculos gustativos** (receptores sensoriais para o gosto, veja na Figura 11.4). O fluxo de secreção salivar em torno das papilas circunvaladas é importante para remover partículas alimentares dos botões gustativos, deixando-os livres para novas percepções de sabores.

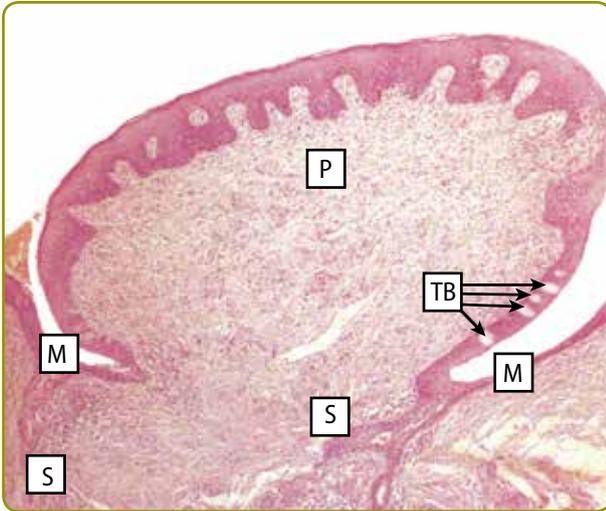


Figura 11.3 - Papila circunvalada [P]; Corpúsculos gustativos [TB]; Fosso que circunda a papila [M]; Glândulas salivares [S]. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 179)

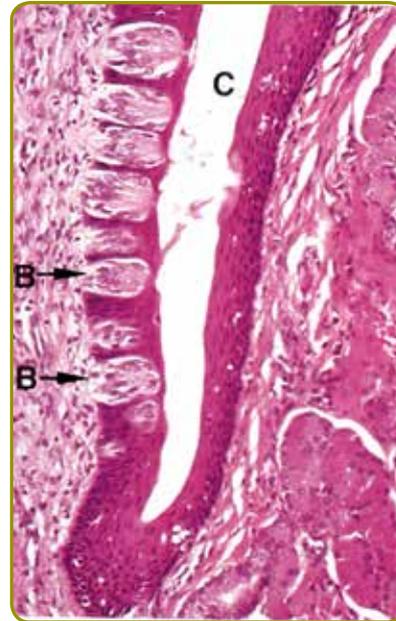


Figura 11.4 - Papila circunvalada com detalhe da fenda profunda [C], conforme observado em maior aumento na Figura 11.3. O epitélio extratificado que reveste a parede papilar da fenda contém numerosos botões gustativos [B]. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 249)

11.2 Estrutura geral do tubo digestório

O **tubo digestório** é constituído de várias camadas histológicas. **Quatro camadas** (ou tûnicas) gerais são reconhecidas: a **mucosa**, a **submucosa**, a **muscular externa** e a **serosa (ou adventícia)**. Veja o esquema da Figura 11.5.

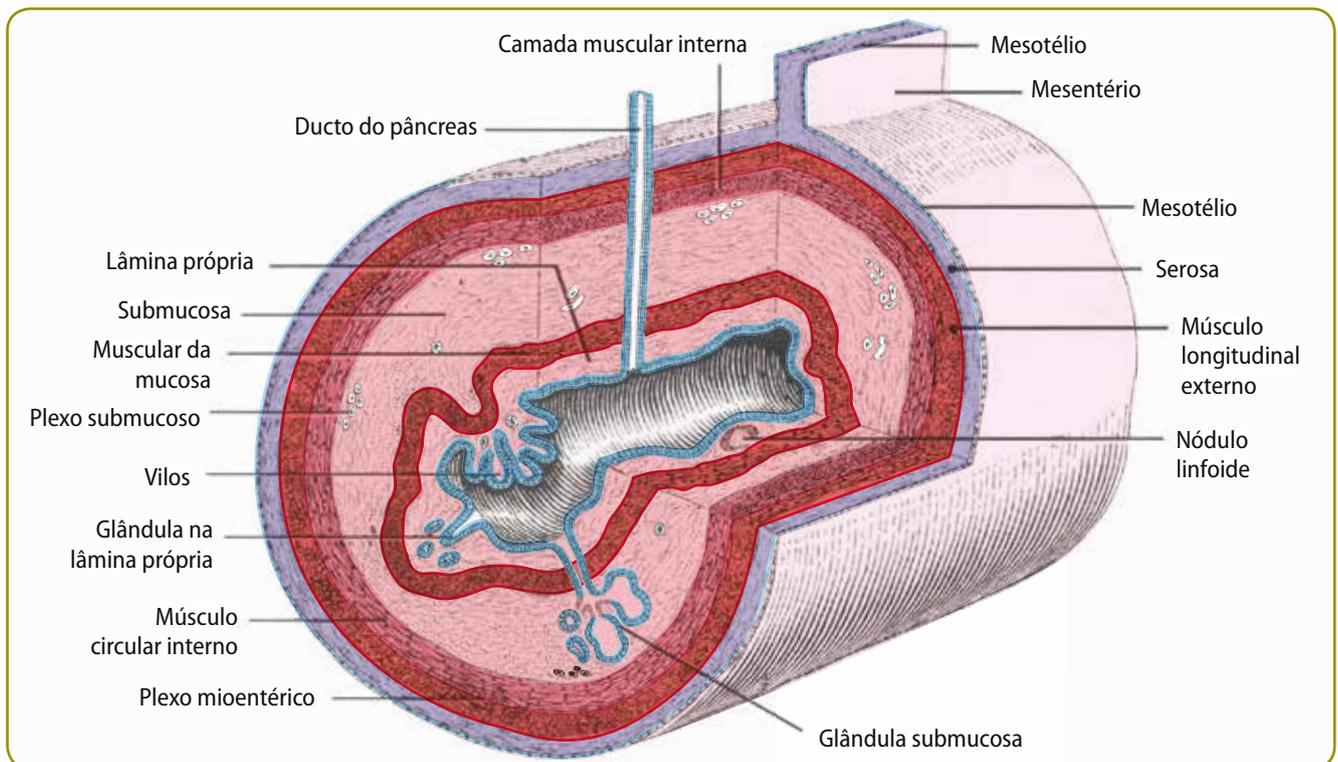
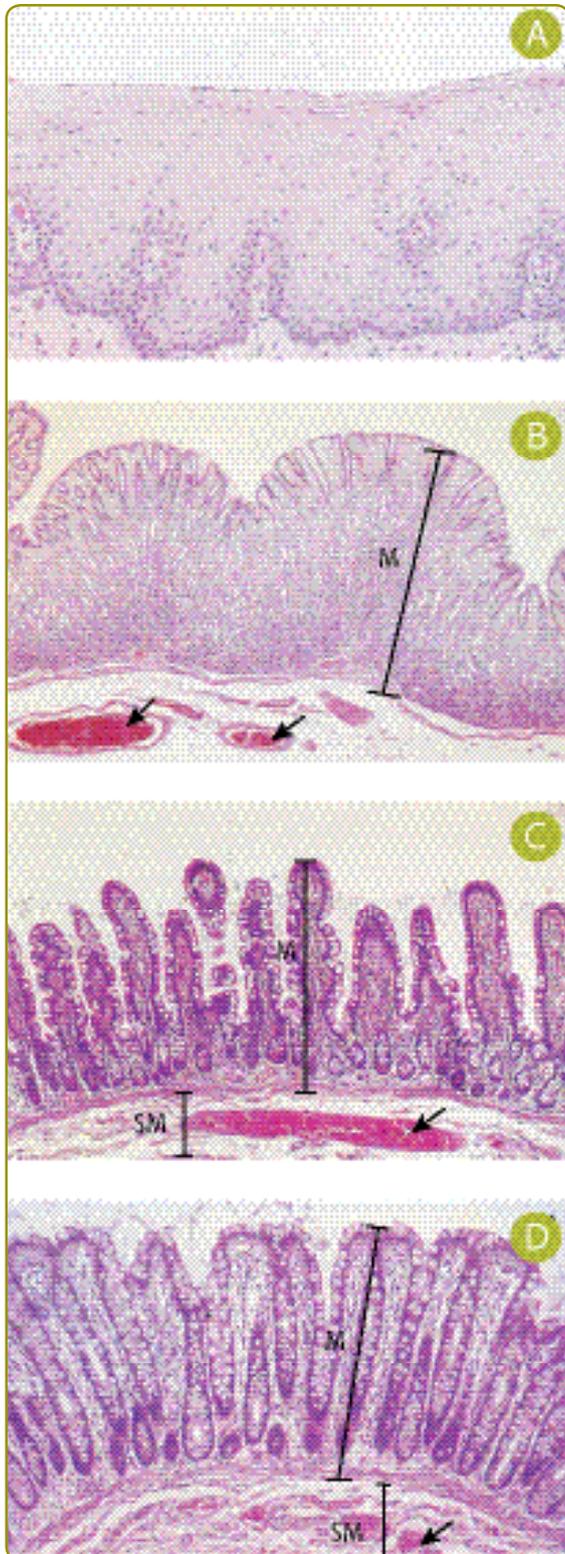


Figura 11.5 - Desenho esquemático mostrando as camadas que compõem a estrutura geral do tubo digestório. (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 249)

Lâmina própria

Nome que se dá ao tecido conjuntivo localizado na mucosa, logo abaixo do tecido epitelial.

**11.2.1 Mucosa**

É assim chamada a camada que reveste internamente o tubo digestório (Figuras 11.5 e 11.6 A, B, C e D). É formada por um **tecido epitelial** de revestimento e um **conjuntivo frouxo subjacente** conhecido como **lâmina própria** e uma **muscular da mucosa**. Esse tecido conjuntivo, ou seja a **lâmina própria**, é altamente vascularizado. Também contém glândulas, assim como vasos linfáticos e ocasionais nódulos linfoides pertencentes ao tecido linfóide associado a mucosas. Circundando a lâmina própria (tecido conjuntivo está a **camada muscular da mucosa**, formada por duas camadas de músculo liso (poucas camadas de músculo), em disposição circular a mais interna e longitudinal a mais externa (CILE). Essas duas camadas musculares, embora delgadas, promovem a movimentação, particular, apenas da mucosa. **A mucosa, portanto, é constituída pelo tecido epitelial de revestimento, pela lâmina própria e pela muscular da mucosa.**

Formas básicas da mucosa no trato digestório

Há quatro tipos básicos de mucosa no trato digestório, que podem ser classificados de acordo com sua principal função: **mucosa protetora**, **mucosa secretora**, **mucosa absorptiva** e **mucosa absorptiva/protetora**. Veja nas Figuras 11.6 A, B, C e D os exemplos.

Figura 11.6 - Formas básicas da mucosa no trato digestório: (A) mucosa protetora; (B) mucosa secretora; (C) mucosa absorptiva; (D) mucosa absorptiva/protetora. Mucosa [M], submucosa [SM] cheia de vasos sanguíneos (setas). (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 249)

11.2.2 Submucosa

A mucosa é circundada pela submucosa, que é formada por um **tecido conjuntivo moderadamente denso** (Figuras 11.5 e 11.6), rico em vasos sanguíneos e linfáticos, assim como um componente do **sistema nervoso entérico** conhecido como **plexo submucoso**. Este plexo, que possui corpos de neurônios pós-ganglionares parassimpáticos, **controla a motilidade da mucosa** (e, até certo ponto, controla a motilidade da submucosa) e as **atividades das suas glândulas**. A camada submucosa não contém glândulas, exceto no esôfago e no duodeno.

11.2.3 Túnica muscular externa

A túnica muscular externa é geralmente constituída de **duas camadas de músculo liso** (Figuras 11.5 e 11.7), de disposição circular (a mais interna), e longitudinal (a mais externa) (CILE), num arranjo helicoidal. Essa musculatura é bem mais desenvolvida que a camada muscular da mucosa. O modo em que estão dispostas as camadas musculares promove os **movimentos peristálticos**, responsáveis pela movimentação do conteúdo do lúmen ao longo do tubo digestório. Um segundo componente do sistema nervoso entérico, conhecido como **plexo mioentérico**, está situado entre estas duas camadas musculares e regula a atividade da túnica muscular externa, ou seja, regula os movimentos peristálticos do tubo digestório.

11.2.4 Serosa ou adventícia

Há uma delgada camada de tecido conjuntivo que pode ou não ser **recoberta por epitélio simples pavimentoso (aqui chamado de mesotélio)** do peritônio visceral. Se a região do tubo digestório é intraperitoneal, ela é recoberta por peritônio, e a camada é chamada de **serosa** (Figuras 11.5 e 11.7). Se o órgão é retroperitoneal, ele fica **aderido à parede do corpo por tecido conjuntivo**, sem revestimento mesotelial, e é conhecido como **adventícia**.

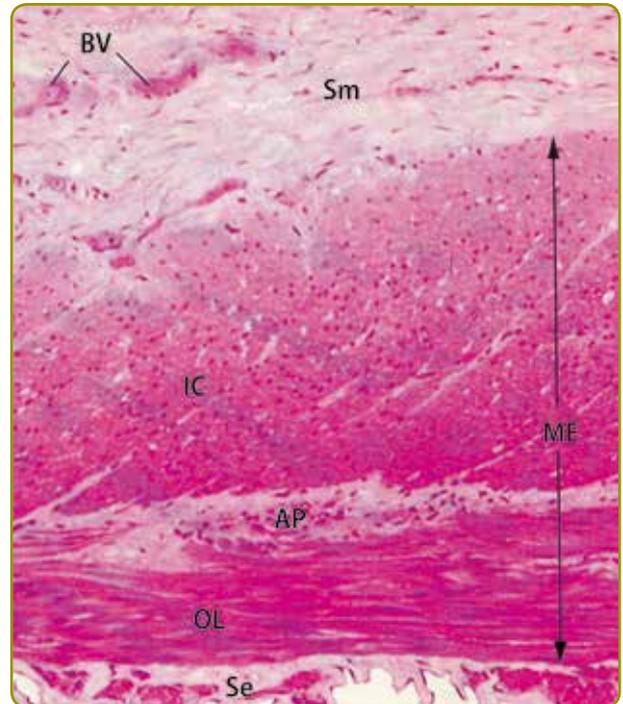


Figura 11.7 - Túnica muscular externa [ME]. Submucosa [Sm]; Vaso sanguíneo [BV]; Camadas de músculo liso [ME]; Túnica muscular circular [IC]; Túnica muscular longitudinal [OL]; Plexo mioentérico [AP]; Serosa [Se]. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 1993, p. 217)

- **Serosa**
- Formada pelo epitélio mais o tecido conjuntivo.
- **Adventícia**
- Formada somente por tecido conjuntivo

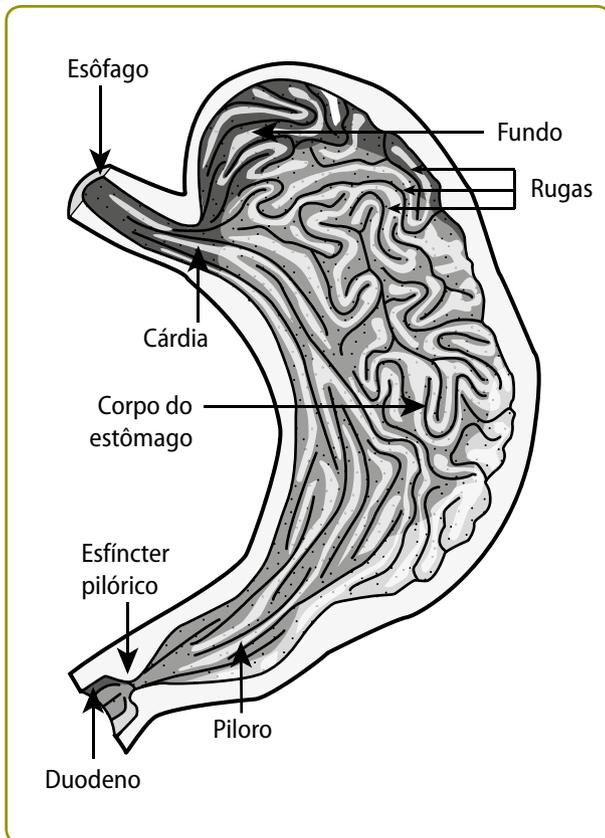


Figura 11.8 - Esquema das regiões do estômago. (BURKITT, 1994, p. 252)

11.3 Inervação do trato digestório

O trato digestório possui o seu próprio sistema nervoso independente (o sistema nervoso entérico) que está presente por toda a extensão do tubo digestório. O sistema nervoso entérico destina-se a controlar as funções motoras e secretoras do tubo digestório.

A inervação do tubo digestório é constituída de duas partes: (1) o sistema nervoso entérico é constituído por uma sequência de numerosos gânglios conhecidos como **plexo submucoso e mioentérico** e (2) os componentes **simpático e parassimpático** (componentes do sistema nervoso autônomo). O principal fator controlador é o sistema nervoso entérico que é auto-suficiente. Entretanto, suas funções são normalmente modificadas pelos componentes, simpático e parassimpático.

Veremos a seguir os principais segmentos que compõem o tubo digestório, com mais detalhes.

11.4 Estômago

O estômago é a **região mais dilatada do tubo digestório, responsável pela formação** e processamento do alimento ingerido em um fluido denso conhecido como **quimo**. Essa estrutura é semelhante a um saco que, no indivíduo adulto, possui em média, um volume de 50 mL em repouso, mas pode acomodar cerca de 1.500 mL de alimento e suco gástrico na sua dimensão máxima. De forma intermitente, o estômago esvazia-se enviando pequenas alíquotas do seu conteúdo para a primeira porção do intestino, o duodeno, através do **esfíncter pilórico** (veja o esquema da Figura 11.8).

O estômago liquefaz os alimentos através da produção e liberação de ácido clorídrico principalmente.

11.4.1 A mucosa do estômago

A **mucosa é constituída** por três componentes usuais: (1) o **epitélio revestindo** o lúmen; (2) o tecido conjuntivo subjacente, chamado de **lâmina própria**; e (3) as camadas de músculo liso formando a camada **muscular da mucosa**. Veja a Figura 11.9, detalhe da mucosa.

O **revestimento epitelial** do estômago, **cilíndrico simples**, invagina-se na mucosa formando as **fossetas gástricas** (Figura 11.9). As fossetas gástricas aumentam a área da superfície do revestimento gástrico. Na **lâmina própria** situam-se as **glândulas gástricas** (Figura 11.9), que desembocam (cerca de 5 a 7 glândulas) no fundo de cada fosseta gástrica. A lâmina própria do estômago é constituída por tecido conjuntivo frouxo entremeado por fibras musculares lisas, e abundantes células linfóides. Para visualizar toda essa descrição, observe a Figura 11.9.

Podemos distinguir **quatro regiões** compondo o estômago: (1) **cárdia**, (2) **corpo**, (3) **fundo** e (4) **região pilórica** (Figura 11.8).

11.4.2 Células do estômago

As **células de revestimento** (ou células mucosas superficiais) **do estômago** formam uma única camada de **células cilíndricas**. Essas células de revestimento produzem uma espessa camada de muco, conhecida como **muco visível**.

As células de revestimento superficial continuam para o interior das fossetas gástricas, revestindo-as (Figura 11.9).

As células **parietais ou oxínticas secretam ácido clorídrico** (HCl) e um fator antianêmico intrínseco que se liga à vitamina B12, facilitando a absorção desta pelas células do íleo. Deficiência de vitamina B12 causa anemia perniciosa (distúrbio na formação de hemácias) causada por gastrite atrófica.

O estômago apresenta pH baixo (ácido) devido à presença de ácido clorídrico, no conteúdo luminal, secretado pelas células parietais das glândulas gástricas. Outras células presentes no

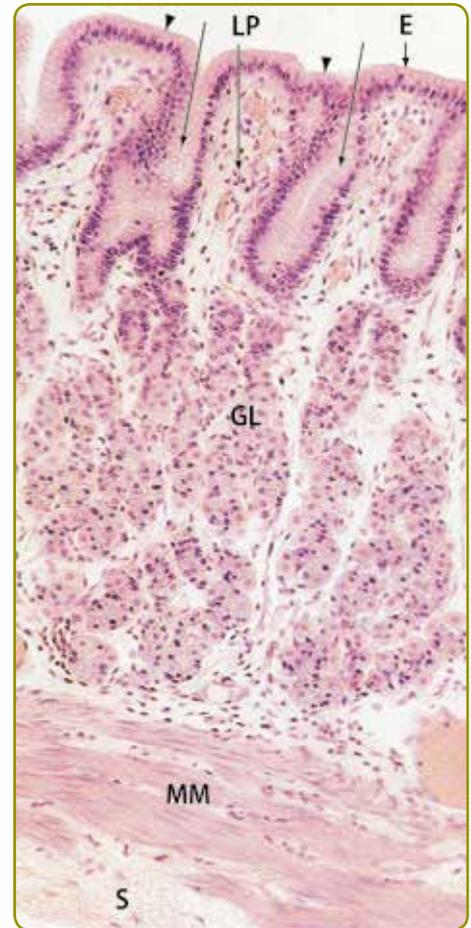


Figura 11.9 - Fotomicrografia da mucosa do estômago. Epitélio simples cilíndrico [E]; Lâmina própria [LP] (que é o tecido conjuntivo da mucosa); Glândulas gástricas [GL] localizadas na lâmina própria; Camada muscular da mucosa [MM]; Pequena região da submucosa [S]; Fossetas gástricas (setas). Epitélio de revestimento (cabeça das setas). (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 393)

- **Muco visível**
- Substância semelhante
- a um gel que adere ao
- revestimento do estômago
- protegendo-o da
- autodigestão.

estômago são: células mucosas do colo, células zimogênicas ou principais e células enteroendócrinas.

11.4.3 Camada muscular do estômago

A camada muscular é constituída por fibras dispostas em hélice e orientadas em três direções diferentes, ou seja, **três camadas de músculo liso**: a interna é oblíqua, a média é circular e a externa é longitudinal.

11.5 Intestino delgado

O intestino delgado é a porção do tubo digestivo mais longa, com cerca de 6 a 7 m, onde ocorrem os processos finais da digestão. O intestino delgado é dividido em três regiões: duodeno, jejuno e íleo. Observando o revestimento interno do intestino a olho nu, vemos uma série de pregas, de forma semilunar, circular ou espiral, que são dobras da mucosa e submucosa (veja detalhes na Figura 11.6 C). Fazendo uso de uma lente podemos identificar com clareza, os **vilos ou vilosidades intestinais** (Figura 11.10).

Vilosidades

As vilosidades são dobras da mucosa que se projetam para a luz do intestino delgado. As vilosidades aumentam a superfície de absorção da mucosa intestinal

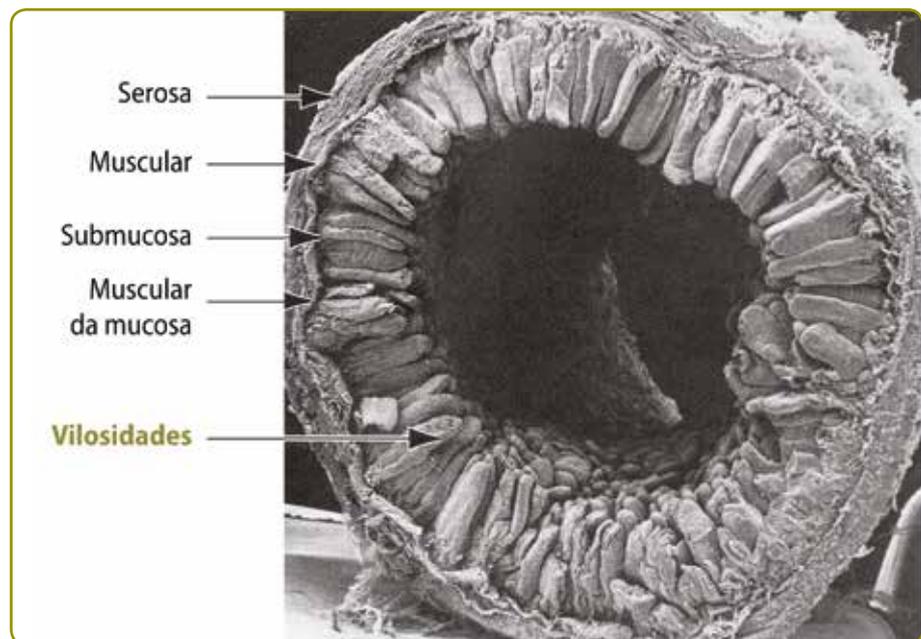


Figura 11.10 - Micrografia eletrônica de varredura do intestino delgado. (KESSEL, R.G.; KARDON, R.H., 1979)

Seu comprimento varia de 0,5 a 1,5 mm, sendo sua forma digitiforme (em forma de dedos de luva) no duodeno, e foliácea (curta e larga lembrando uma folha) no íleo.

Um **epitélio simples colunar** (cilíndrico) **recobre os vilos** e a superfície dos espaços entre os vilos (Figuras 11.11 e 11.12). Entre os pontos de inserção dos vilos na mucosa, observam-se orifícios onde desembocam glândulas tubulosas simples, as **glândulas intestinais**. Existe uma continuidade entre as glândulas intestinais e o revestimento do vilão (Figuras 11.11 e 11.12).

11.5.1 Mucosa intestinal

É **composta pelas três camadas usuais**: um epitélio simples cilíndrico, a lâmina própria e a camada muscular da mucosa (Figuras 11.11 e 11.12).

O epitélio da mucosa do intestino delgado é formado por vários tipos celulares. É constituído de **células absorptivas superficiais**, colunares, sendo as mais comuns, seguidas das células **caliciformes** (Figura 11.12). Há ainda as **células de Paneth**, células enteroendócrinas e as células regenerativas, localizadas nas glândulas intestinais (Figuras 11.12 A, B e C).

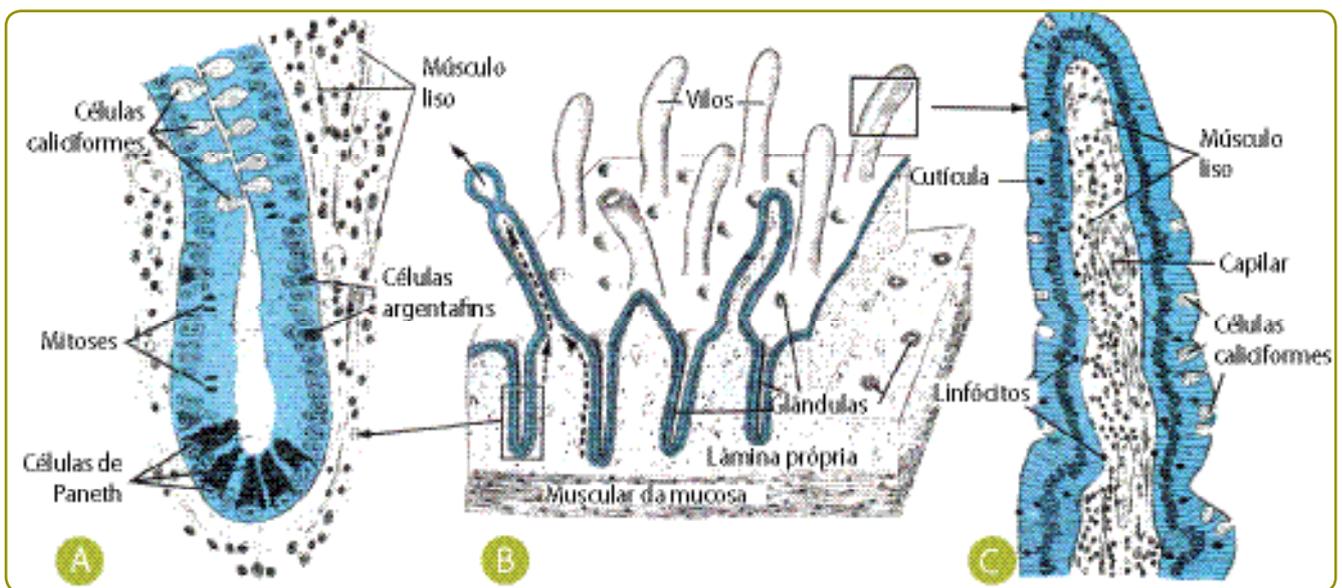


Figura 11.11 - Esquema geral do intestino delgado. (A) Detalhe da glândula intestinal, mostrando suas células; (B) Pequeno aumento da mucosa intestinal mostrando sua estrutura geral, à esquerda nota-se descamação do epitélio da ponta do vilão, comum na estrutura como mecanismo de renovação; (C) Detalhe do vilão, sustentado pela lâmina própria, sendo recoberto por epitélio prismático e um número moderado de células caliciformes. (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 258)

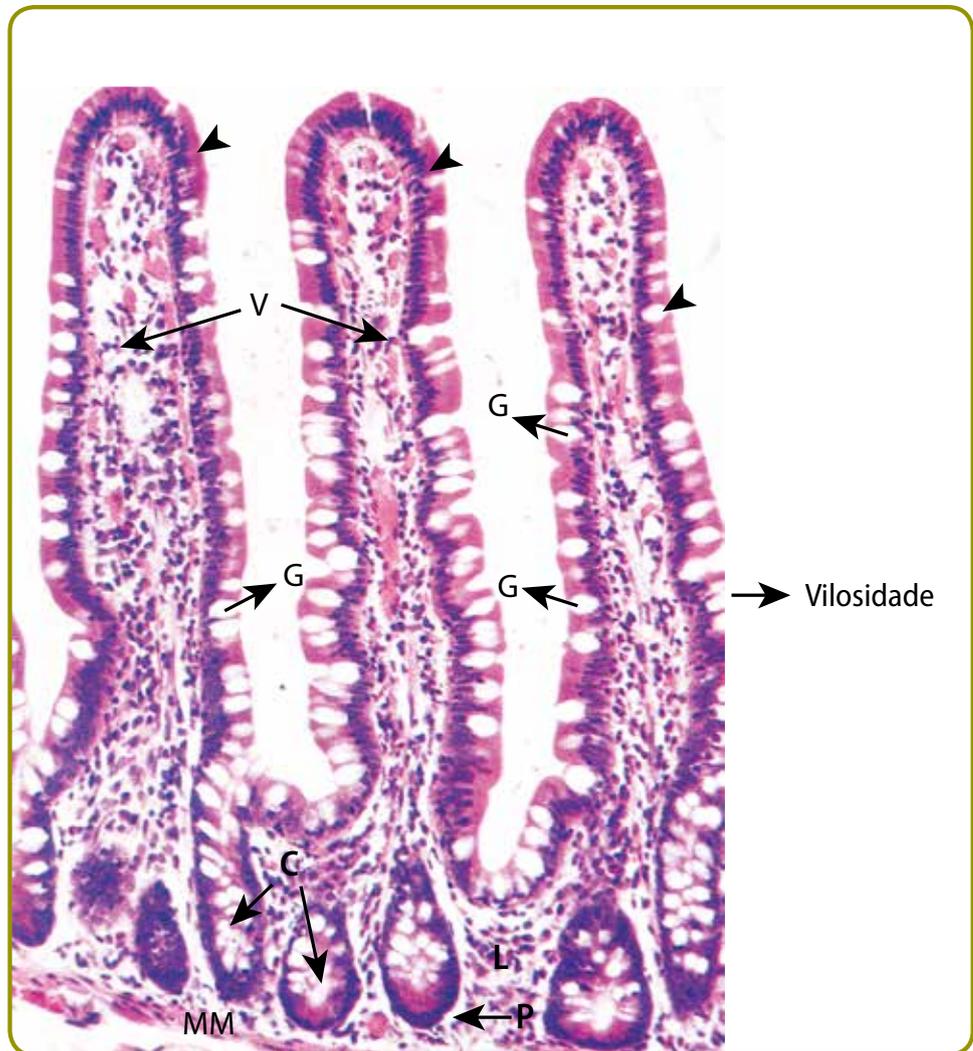


Figura 11.12 - Vilosidades intestinais e glândulas intestinais. Vilosidade intestinal [V]; Criptas [C], Lâmina própria [L], Muscular da mucosa [MM] e Células de Paneth [P]. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 263)

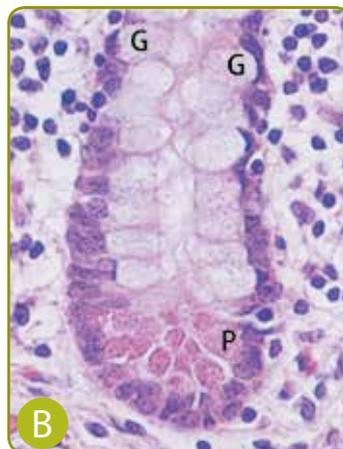
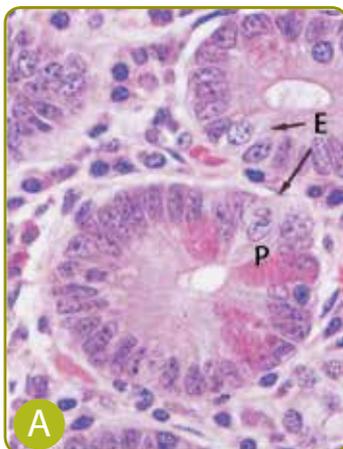


Figura 11.12 - (A) Células endócrinas pálidas [E] e Células de Paneth [P]; (B) Células caliciformes [G] e Células de Paneth [P]; (C) Células de Paneth [P]. As cabeças de seta apontam o tecido epitelial de revestimento. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 263)

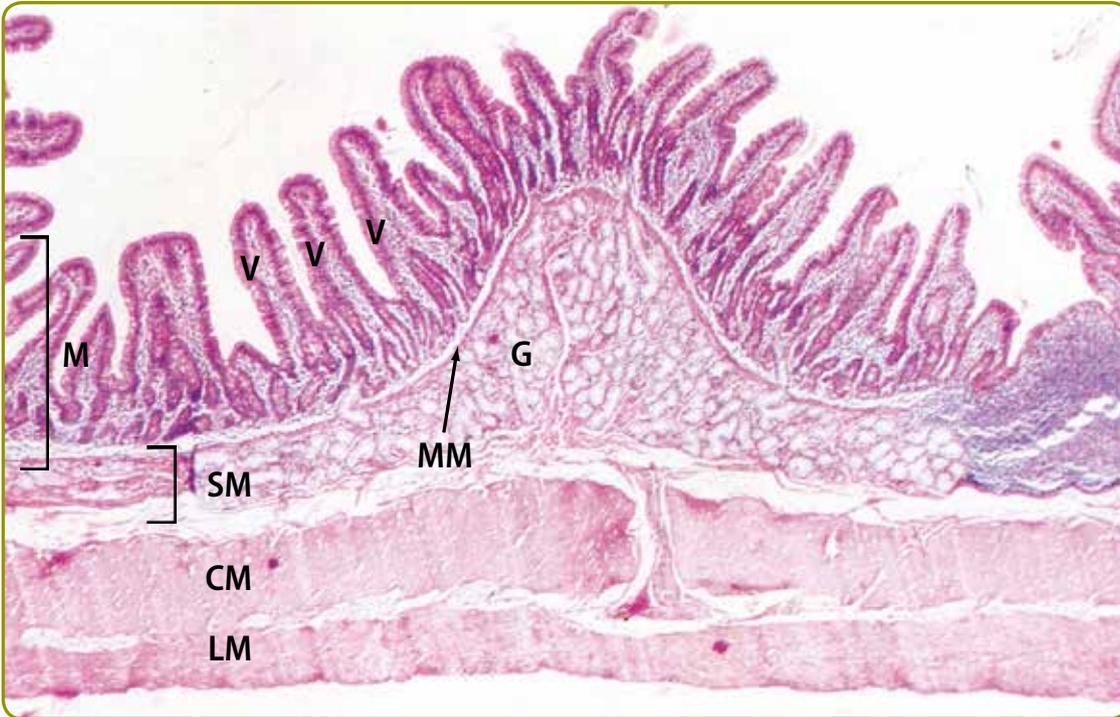


Figura 11.13 - Fotomicrografia do intestino delgado, região do duodeno. Mucosa [M]; Vilosidades [V]; Muscular da mucosa [MM]; Submucosa [SM]; Glândulas duodenais [G] localizadas na submucosa; Túnica muscular circular interna [CM]; Túnica muscular longitudinal externa [LM]. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 259)

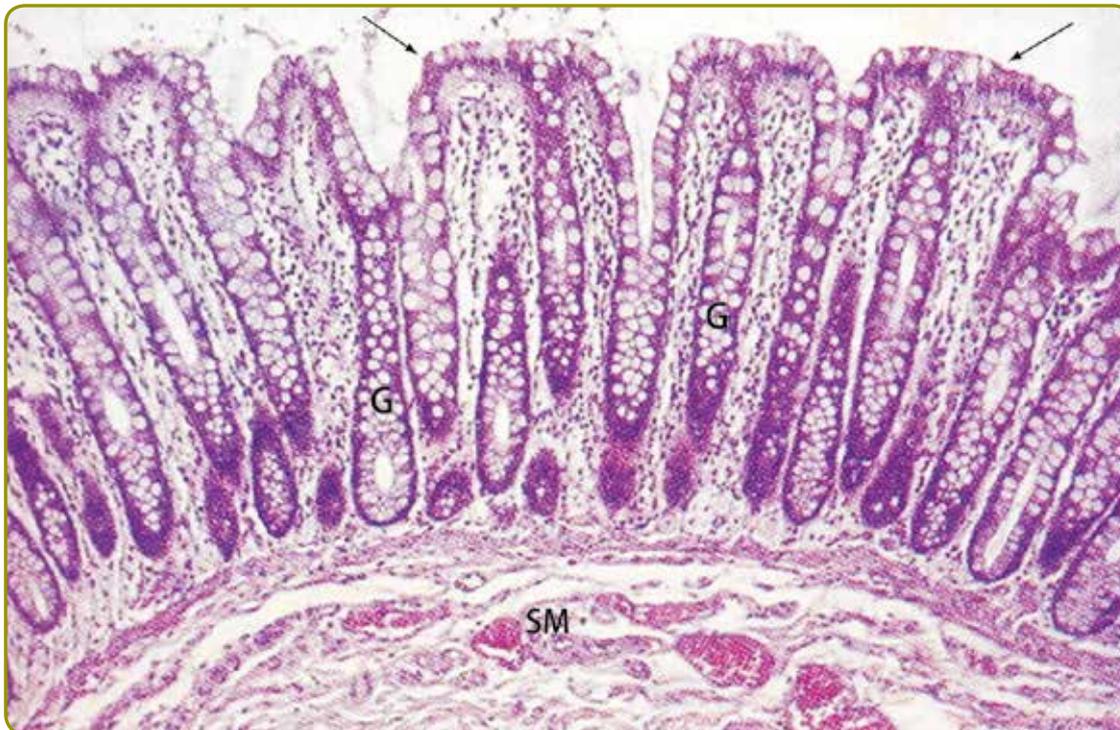


Figura 11.14 - Intestino grosso. As setas apontam o epitélio de revestimento. Note a grande quantidade de células caliciformes (sem coloração). Glândulas [G], submucosa [SM] e muscular da mucosa [MM]. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 249)

A **lâmina própria** do íleo contém grupos permanentes de nódulos linfoides, conhecidos como **placas de Peyer**; um reforço do sistema imunológico, na porção mais terminal do intestino, onde há maior probabilidade de proliferação bacteriana.

A camada **muscular da mucosa** (Figura 11.12) do intestino delgado é constituída por duas camadas de músculo liso: uma camada circular interna, uma camada longitudinal externa. Ambas as camadas são finas.

11.5.2 Submucosa do intestino

A submucosa intestinal é constituída de tecido conjuntivo fibroelástico, mais fibroso do que o tecido conjuntivo da lâmina própria, com rico suprimento linfático e vascular. A **inervação** intrínseca da submucosa provém do **plexo submucoso**. A **submucosa do duodeno** é diferente das outras porções do intestino, pois contém **glândulas** conhecidas como **duodenais** (Figura 11.13).

11.5.3 Túnica muscular externa e serosa do intestino

A túnica muscular externa do intestino delgado é constituída por uma camada circular interna, uma camada longitudinal externa (CILE) de **células musculares lisas**, responsáveis pelos movimentos peristálticos do intestino delgado. O **plexo mioentérico**, localizado entre as duas camadas musculares, é o suprimento nervoso intrínseco da camada muscular externa. Exceto a segunda e a terceira partes do duodeno, que possuem adventícia, todo o intestino delgado é recoberto por uma **serosa**.

11.6 Intestino grosso

Apresenta uma mucosa lisa, sem pregas, exceto na porção retal. O **epitélio de revestimento simples** é do tipo **colunar prismático**. Entre as células epiteliais de revestimento há grande quantidade de células caliciformes, produtoras de muco. Nessa porção do intestino **não há vilos**. As glândulas intestinais, situadas na lâmina própria, são longas e caracterizadas pela grande abundância de células caliciformes (Figura 11.14). Suas principais funções são: absorção

de água e conseqüente formação do bolo fecal, e a produção de muco para a lubrificação da superfície mucosa.

A **lâmina própria** é rica em **linfócitos e nódulos linfáticos**. Estas últimas estruturas atravessam frequentemente a camada muscular da mucosa, invadindo a submucosa. A riqueza em células do sistema imunitário deve estar relacionada com a variada e abundante população bacteriana no intestino grosso. A camada muscular é bem desenvolvida, sendo constituída por duas camadas de músculo liso, de mesma disposição do intestino delgado (**CILE**).

- **CILE**
- Disposição da musculatura
- lisa no intestino :
- **Circular Interna** e
- **Longitudinal Externa**,
- responsáveis pelo
- movimento peristáltico.

Resumo

O **sistema digestório** é responsável basicamente pelo **preparo do alimento para ser absorvido**. Está **subdividido em regiões** morfológicamente conhecidas como: o **esôfago**, o **estômago**, o **intestino delgado** e o **intestino grosso**. Cada uma dessas regiões exibe características particulares, principalmente na mucosa. A **cavidade oral** e a **língua** são revestidas por um **epitélio estratificado pavimentoso não queratinizado**. Na face superior da língua, nota-se um aspecto irregular devido ao grande número de saliências, as **papilas linguais**. O **tubo digestório** é constituído de várias camadas histológicas. **Quatro camadas** (ou tûnicas) gerais são reconhecidas: a **mucosa**, a **submucosa**, a **muscular externa** e a **serosa (ou adventícia)**.

Mucosa é a camada que **reveste internamente o tubo digestório**. A mucosa do tubo digestório é constituída pelo tecido epitelial de revestimento, pela lâmina própria e pela muscular da mucosa. A mucosa pode ser classificada de acordo com sua principal função em: **protetora, secretora, absorptiva e absorptiva/protetora**.

Submucosa circunda a mucosa e é formada por **tecido conjuntivo moderadamente denso**, rico em vasos sanguíneos e linfáticos, assim como componente do **sistema nervoso entérico, o plexo submucoso**.

Túnica muscular externa é geralmente constituída de **duas camadas de músculo liso** de disposição circular, a mais interna; e longitudinal, a mais externa (**CILE**).

Serosa é formada por uma delgada camada de tecido conjuntivo **recoberta por epitélio simples pavimentoso**, denominado **mesotélio**. Na **adventícia**, a camada de tecido conjuntivo, **não** está recoberta por **mesotélio**.

No **estômago** o revestimento **epitelial é cilíndrico simples** e invagina-se na mucosa formando as **fossetas gástricas**. Na **lâmina própria** situam-se as **glândulas gástricas**.

A camada muscular é constituída por **três camadas de músculo liso**: a interna é oblíqua, a média é circular e a externa é longitudinal.

O **Intestino delgado** apresenta **vilos ou vilosidades**, recobertos por **epitélio simples colunar** (cilíndrico). Entre os pontos de inserção dos vilos na mucosa, observam-se orifícios onde desembocam as **glândulas intestinais**. A **túnica muscular externa** do intestino delgado é constituída por uma camada circular interna, uma camada longitudinal externa (CILE).

O **Intestino grosso** apresenta uma mucosa lisa, sem pregas. O **epitélio de revestimento simples** é do tipo **colunar prismático**, com muitas células caliciformes. A **lâmina própria** é rica em linfócitos e nódulos linfáticos. A camada muscular externa é semelhan-

te ao intestino delgado.

Referências

BURKITT, H. George; WHEATER, Paul R.; YOUNG, Barbara; HEATH, John W. **Histologia funcional**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 409p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Atlas de histologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 322p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de histologia em cores**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 426p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de histologia em cores**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 576p.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 33+427p.

KESSEL R.G., KARDON R.H. 1979. **Tissues and Organs, A Text-Atlas of Scanning Electron Microscopy**. San Francisco: W. H. Freeman.

STEVENS, Alan; LOWE, James. **Histologia humana**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2002. 408p.

Glândulas anexas do tubo digestório

Neste capítulo estudaremos a organização histológica das principais glândulas exócrinas envolvidas na secreção de substâncias importantes para a digestão. São elas: glândulas salivares, pâncreas, fígado e vesícula biliar.

Veremos nesse capítulo as principais glândulas envolvidas no processo da digestão, responsáveis pela produção de enzimas e que auxiliam no processamento dos nutrientes ingeridos, para que possam ser absorvidos pelo organismo. Veremos a seguir a histologia das glândulas salivares, pâncreas, fígado e vesícula biliar.

Você sabia que o processamento dos alimentos no nosso sistema digestório acontece em várias etapas?

Primeiro o alimento é triturado na boca. Nesse momento os dentes têm um papel fundamental na trituração dos alimentos, de modo a facilitar a ação do ácido no estômago. A saliva possui algumas enzimas que, ao serem misturadas ao alimento na boca, já iniciam a digestão de amido. O alimento ao passar para o estômago é misturado ao suco gástrico, contendo ácido clorídrico, que é produzido por glândulas presentes na mucosa estomacal. Dizemos que aí acontece a digestão química dos alimentos. E, por fim, o bolo alimentar chega no intestino onde vai acontecer o processo de digestão propriamente dita, com a atuação de várias enzimas. De um modo geral, esse processo de digestão enzimática é auxiliado pelo: pâncreas e suas enzimas digestivas, fígado com suas várias funções e a vesícula biliar com a bile emulsionando gordura.

Veja nesse capítulo os detalhes dessa fantástica máquina de processamento do alimento, num modo de obter energia para viver!

12.1 Glândulas salivares

As glândulas salivares desempenham papel importante no processo da digestão. Suas principais funções são: umedecer e lubrificar a cavidade oral e o conteúdo alimentar, iniciar a digestão dos alimentos por meio da enzima amilase salivar e secretar substâncias antibacterianas.

As principais responsáveis pela produção de saliva são as **glândulas salivares** maiores chamadas de: **submandibular**, **sublingual** e **parótida**. Mas, além delas existem as glândulas salivares menores, que estão dispersas na mucosa da cavidade oral, auxiliando na produção da saliva, mesmo que em menor proporção. As glândulas salivares, de um modo geral, são formadas por uma **porção secretora**, denominada **ácino**, e uma **porção condutora** da secreção, o **ducto**. Juntos, ácinos e ductos formam o que chamamos de unidade funcional das glândulas exócrinas, os chamados **adenômeros**. As glândulas salivares, assim como o pâncreas exócrino (que será descrito na sequência), são formados por vários adenômeros, que por sua vez, encontram-se rodeados por tecido conjuntivo.

Os ácinos são formados por pequenos agrupamentos de células e, podem ser de dois tipos nas glândulas salivares: **ácinos mucosos** e **ácinos serosos** (Figuras 12.1 A e B). As células que formam os ácinos mucosos apresentam citoplasma claro e núcleo achatado situado na extremidade basal da célula. Os ácinos serosos apresentam células com citoplasma bem corado, mostrando basofilia e núcleo redondo de localização mais central. Há também um terceiro tipo de ácino com base mucosa e capacete de ácino seroso, denominado **ácino misto** (Figura 12.1 B).

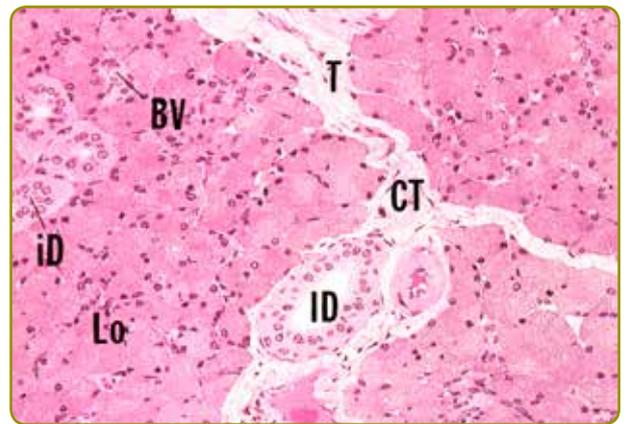


Figura 12.1 - (A) Figura da parótida, glândula seromucosa. Observe as trabéculas (T), de tecido conjuntivo (CT) onde se observa um ducto interlobular (ID), no interior do lobulão (Lo) se observa o ducto intralobular (iD); Vaso sanguíneo (BV). (Adaptado de GARTNER; HIATT, 1993, p. 229)

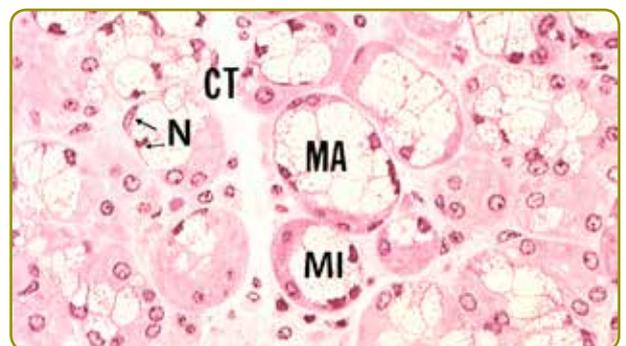


Figura 12.1 - (B) Figura da glândula sublingual, uma glândula mista porque produz secreção serosa e mucosa. Os ácinos mucosos (MA) apresentam núcleos (N) escuros que estão achatados. Os ácinos mistos (MI) são uma mistura de ácinos serosos e mucosos. Observe entre os ácinos o tecido conjuntivo (CT). (Adaptado de GARTNER; HIATT, 1993, p. 229)

As grandes glândulas salivares são do tipo **tubuloalveolares** ramificadas, recobertas por cápsulas de tecido conjuntivo, de onde partem septos, que as subdividem em lóbulos. Os ácinos também estão envolvidos individualmente por delicados elementos de tecido conjuntivo, que permitem a condução da vascularização e inervação até as unidades secretoras. Todas as glândulas salivares possuem tanto uma porção secretora, quanto os ductos (Figuras 12.1 A e B). A porção secretora quando formada por células **seromucosas** (Figura 12.1 A) secreta proteínas e polissacarídeos. A porção secretora quando formada por células mucosas (Figura 12.1 B) produz grandes quantidades de carboidratos em seu produto final. Tanto as células serosas quanto mucosas estão assentadas sobre as **células mioepiteliais**. A glândula parótida é a maior das glândulas salivares, com secreção do tipo serosa e possui morfologia microscópica semelhante ao do pâncreas. Veja nas Figuras 12.2 A e B a estrutura dos ácinos do tipo seroso formando uma glândula.

Células mioepiteliais
Células com capacidade de fazer contração auxiliando no processo de expulsão da secreção glandular.

12.2 Pâncreas

O pâncreas é uma **glândula de produção endócrina e exócrina**, responsável pela produção de hormônios e suco auxiliar do processo de digestão, respectivamente. Pesa cerca de 150 gramas, apresenta 25 cm de comprimento, 5 cm de largura e 1 ou 2 cm de espessura. Situa-se na parede posterior da cavidade abdominal, sob o peritônio. Possui uma cápsula de tecido conjuntivo que forma septos, subdividindo a glândula em lóbulos, sendo através deste tecido conjuntivo que os vasos sanguíneos, nervos e o sistema de ductos chegam até o órgão.

Os componentes relacionados à produção endócrina do pâncreas, as ilhotas pancreáticas ou de Langerhans, estão dispersas entre os ácinos de secreção exócrina (Figuras 12.2 A e B) e serão abordadas no capítulo que trata das glândulas endócrinas.

Para facilitar os estudos, o pâncreas é dividido em órgão exócrino e endócrino. É definido funcional e morfológicamente, como uma glândula mista, contendo componentes exócrinos e endócrinos. Assim, o **pâncreas exócrino** é caracterizado como sendo uma

glândula tubuloacinososa, capaz de **produzir cerca de 1.200 ml de fluido rico em bicarbonato e proenzimas que atuam no processo de digestão**, diariamente. Cada ácino é formado por cerca de **40 a 50 células acinosas**, organizadas como uma “âmora”, com um ducto central cuja luz é revestida por três ou quatro células chamadas **centroacinosas**, que formam o início do **sistema de ductos** do pâncreas, caracterizando a glândula.

O **pâncreas exócrino** possui **duas porções distintas, a secretora e a dutal**. As células acinosas que formam a **porção secretora têm a forma de uma pirâmide** com a base voltada para a lâmina basal, que fica entre as células acinosas e o tecido conjuntivo subjacente. O núcleo, de forma arredondada, se localiza na base da célula. O citoplasma se apresenta basófilo nos preparados histológicos. Com o ápice das células voltado para a luz do ácino, percebe-se uma **grande quantidade**

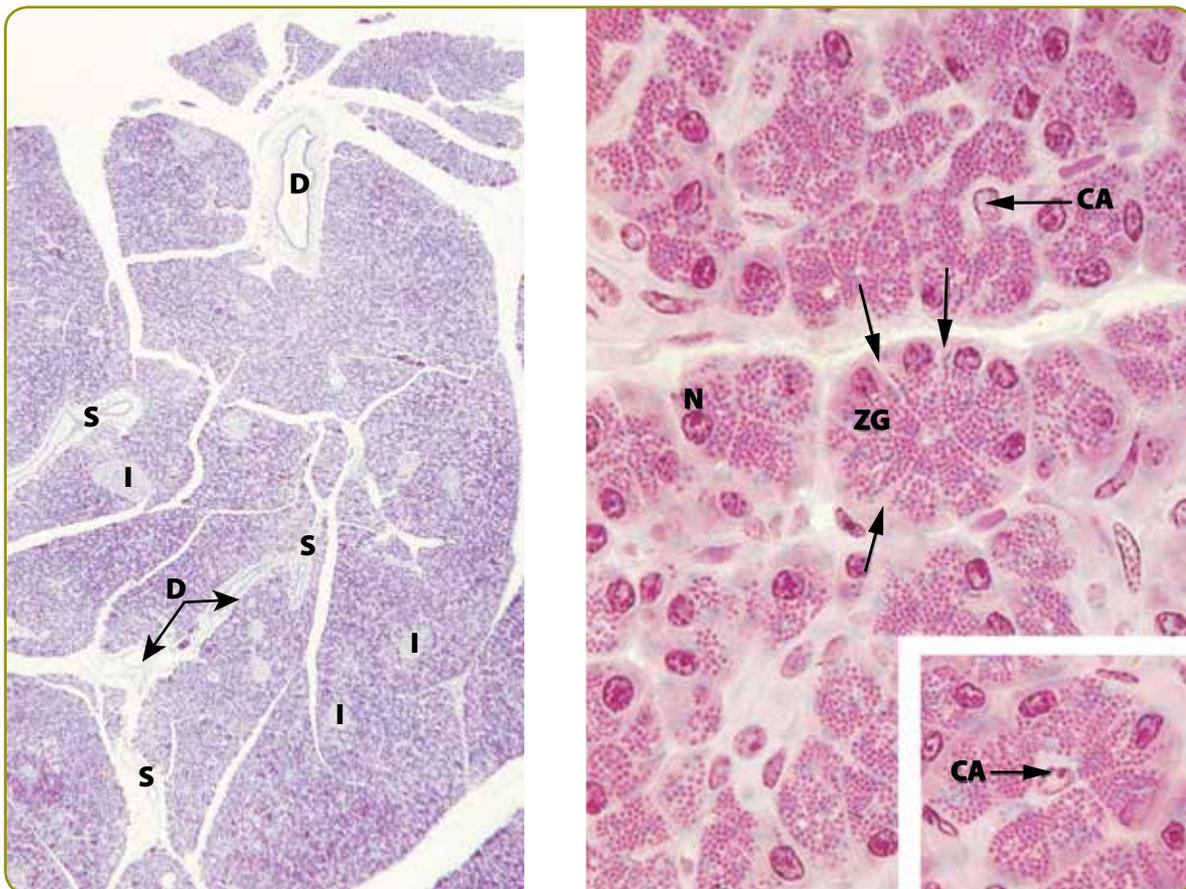


Figura 12.2 - (A) Fotomicrografia de pâncreas humano, em pequeno aumento, mostrando ácinos secretores e uma ilhota de Langerhans. Septo de tecido conjuntivo [S]; Ducto pancreático [D]; Ilhota de Langerhans [I]. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 279); (B) Pâncreas exócrino, com detalhe para os ácinos pancreáticos, contendo grânulos de zimogênio em seu interior [ZG]. Células centroacinosas [CA]; núcleo [N]. As setas indicam o polo basal das células acinares. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 1993, p. 231)

de grânulos apicais, que são grânulos de secreção contendo proenzimas (**grânulos de zimogênio**) (Figura 12.2 B) que diminuem sensivelmente em número após uma refeição. **A porção dutal** do pâncreas começa num sistema de dutos que se formam no centro do ácino, no final dos dutos intercalares (Figuras 12.2 A e B).

Quando os dutos intercalares se unem, formam os **dutos intralobulares** (ductos situados dentro dos lóbulos) muitos deles convergindo para formar os **dutos interlobulares** (ductos situado entre os lóbulos). Envolvidos por tecido conjuntivo, esses ductos lançam seu conteúdo no **duto pancreático principal**, que se une ao **ducto biliar comum** antes de alcançar o duodeno.

12.3 Fígado

O fígado humano pesa em torno de 1500 gramas, **a maior glândula do corpo**, e está dividido em quatro lobos. Assim como o pâncreas, **o fígado possui funções exócrinas e endócrinas**, mas no caso do fígado são as mesmas células, **os hepatócitos, responsáveis pelas secreções endócrinas e exócrinas**. Os hepatócitos são responsáveis também pela conversão de produtos tóxicos em produtos não tóxicos, que acabam sendo excretados junto com **a bile, que é produto da secreção exócrina**.

O fígado como órgão vital tem a capacidade de metabolizar lipídios, carboidratos, proteínas, armazenar vitaminas, degradar hormônios e desintoxicar o organismo de drogas e toxinas.

O fígado possui uma grande capacidade de regeneração, podendo ser viável com a retirada de até três quartos de seu volume, ou após sofrer injúria hepatotóxica. Cada hepatócito vive uma média de 150 dias.

12.3.1 Lóbulo hepático

O fígado está dividido pelo tecido conjuntivo em pequenas porções, visualizadas na microscopia de luz, os chamados lóbulos hepáticos (Figuras 12.3 A e B). Esses lóbulos têm formato peculiar

no fígado, apresentando formato hexagonal quando observados de qualquer ângulo de corte, o que reflete a sua forma poliédrica tridimensional. As células que formam o parênquima hepático são chamadas **hepatócitos** e **estão arranjados em cordões celulares** ao redor de uma veia centrolobular (ou veia central) encontrada no centro do lóbulo (Figuras 12.3 A e B).

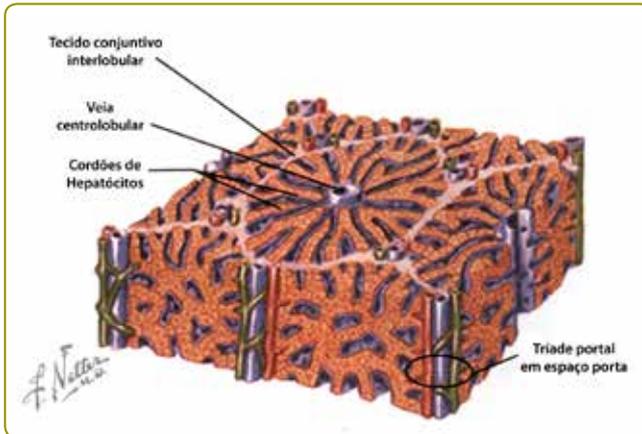


Figura 12.3 [A]- Esquema do lóbulo hepático. (OVALLE; NAHIRNEY, 2008, p. 313)

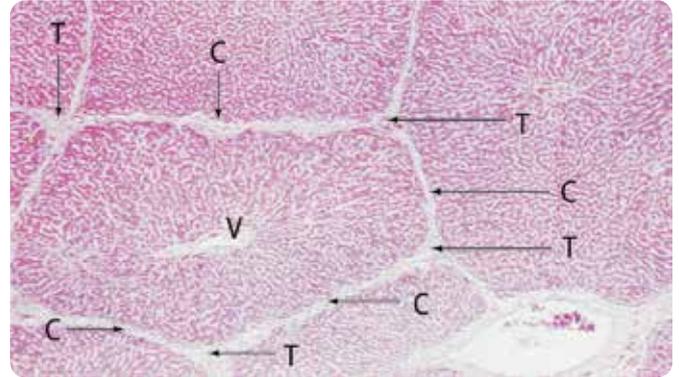


Figura 12.3 [B] - Fígado e lóbulos hepáticos. Veia centrolobular [V]; Espaço porta [T]; Tecido conjuntivo interlobular [C]. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 271)

Os lóbulos são limitados por delgados septos de tecido conjuntivo de sustentação, que são particularmente bem evidentes no fígado de porco, como pode ser observado nas Figuras 12.3 A e B. Os ângulos formados por lóbulos vizinhos, onde o conjuntivo é mais proeminente, **chama-se espaço porta**. No espaço porta (Figuras 12. 4 A e B) estão alojados os ramos da artéria hepática e ramos da veia porta hepática do sistema vascular que irrigam os **capilares sinusoides**, e os ductos biliares. **O sangue flui do espaço porta, para o centro do lóbulo hepático através dos capilares sinusoides, em direção à veia centro-lobular.**

As veias centrolobulares, de cada lóbulo hepático drenam para as veias hepáticas, que saem do fígado. Veja nas Figuras 12.5 e 12.6 A e B o esquema das estruturas que compõe o lóbulo hepático.

12.3.2 Placas ou cordões de hepatócitos e sinusoides hepáticos

Os sinusoides hepáticos são espaços vasculares delimitados por placas de células hepáticas, que se anastomosam entre si,

- **Capilares sinusoides**
- Os capilares sinusoides estão
- situados entre os cordões
- de hepatócitos.

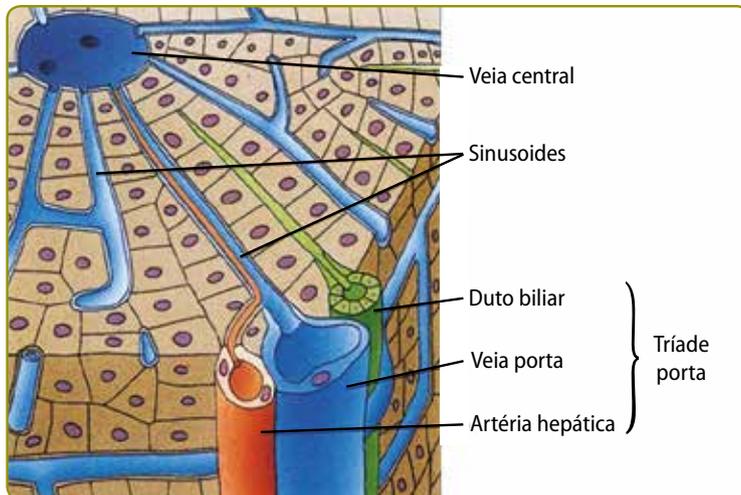


Figura 12.4 (A) - Esquema do lóbulo hepático. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 431)

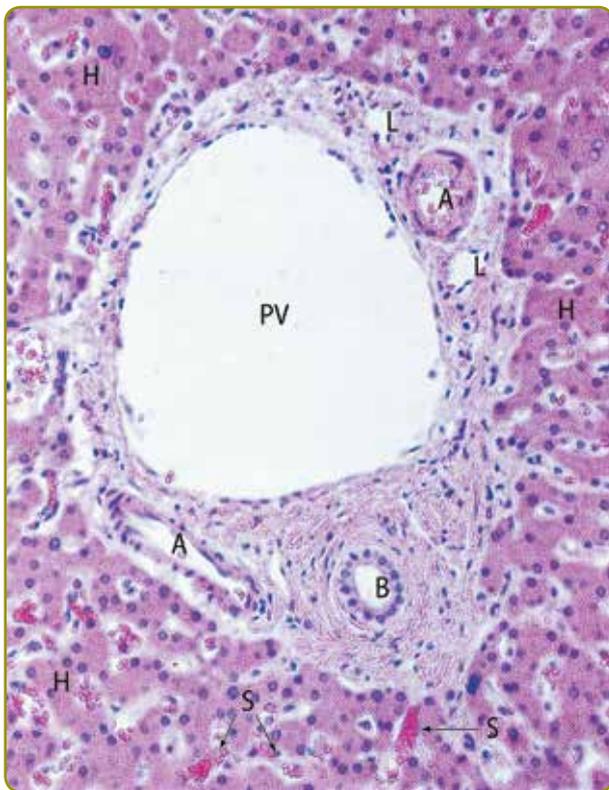


Figura 12.4 [B] - Espaço porta. Ramos da veia porta hepática [PV]; Ramo da artéria hepática [A]; ducto biliar [B]; Hepatócitos [H]; Capilares sinusoides [S] cheios de hemácias; Vasos linfáticos [L]. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 272)

irradiando-se da veia central em direção à periferia do lóbulo clássico (Figuras 12.3 e 12.6 A e B).

12.3.3 Espaço de Disse

É o estreito espaço existente entre as células de revestimento dos capilares sinusoides e a placa de hepatócitos, ao qual o plasma tem livre acesso passando pelos sinusoides (Figura 12.9).

12.3.4 Dutos hepáticos

A bile produzida pelos hepatócitos, penetra nos espaços intercelulares, no interior dos **canalículos bilíferos**. Os canalículos bilíferos se anastomosam formando túneis interligados e complexos entre os hepatócitos, que acabam por desembocar nos **dúctulos de Hering**, que são túbulos curtos. Estes, por sua vez, desembocam nos **ductos bilíferos interlobulares**, localizados no espaço porta (Figuras 12.4 A e B e 12.7).

Enquanto a bile sai do lóbulo hepático, em direção ao espaço porta, o sangue penetra no lóbulo, através dos capilares sinusoides, a partir dos vasos sanguíneos do espaço porta (Figuras 12.4 A e B e 12.7).

12.3.5 Hepatócitos

Medindo aproximadamente 20 a 30 μm de diâmetro, os hepatócitos são células poligonais que formam placas de células, anastomosadas, com a espessura variando em uma ou duas células. Estas células apresentam diferenças estruturais, histoquímicas e bioquímicas, dependendo da localização no lobo hepático. Alguns macrófagos

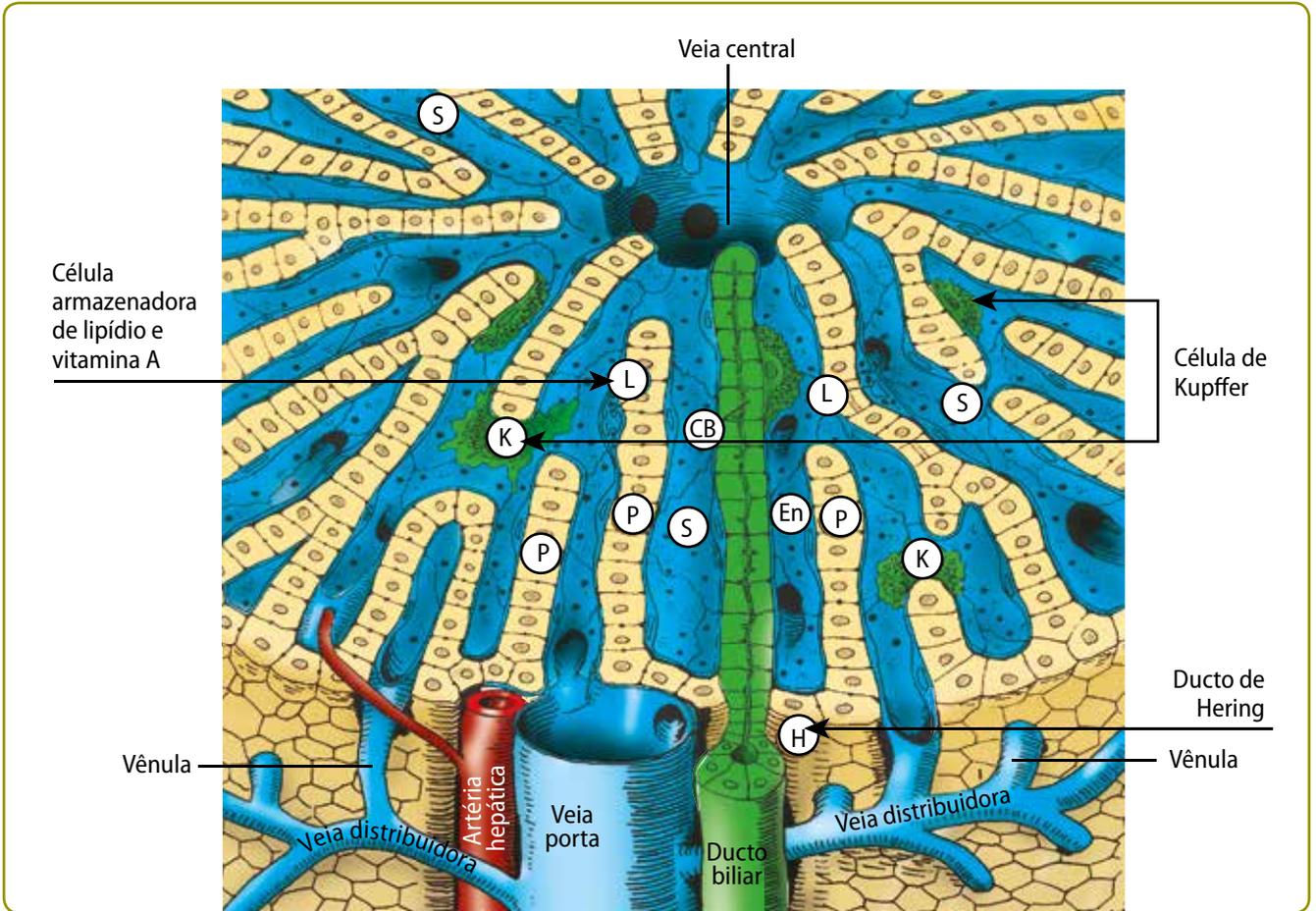


Figura 12.5 - Detalhe esquemático das estruturas que compõe o lóbulo hepático. (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 277)

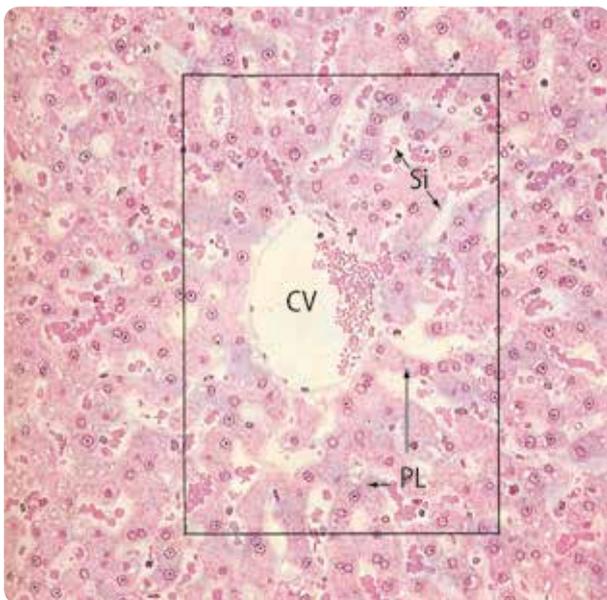


Figura 12.6 [A] - Cordão de hepatócitos [PL] entremeados por capilares sinusoides (Si). No centro da Figura está a veia central [CV]. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 1993, p. 232)

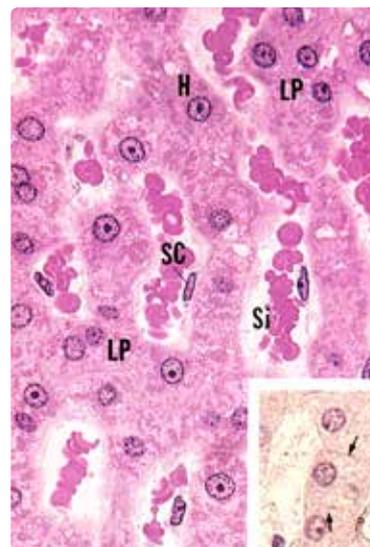


Figura 12.6 [B] - Cordão de hepatócitos [LP] entremeados por capilares sinusoides (Si); Célula de revestimento capilar (SC); Hepatócito com núcleo evidente (H); Encarte: nas setas pode se ver a membrana celular do hepatócito. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 1993, p. 235)

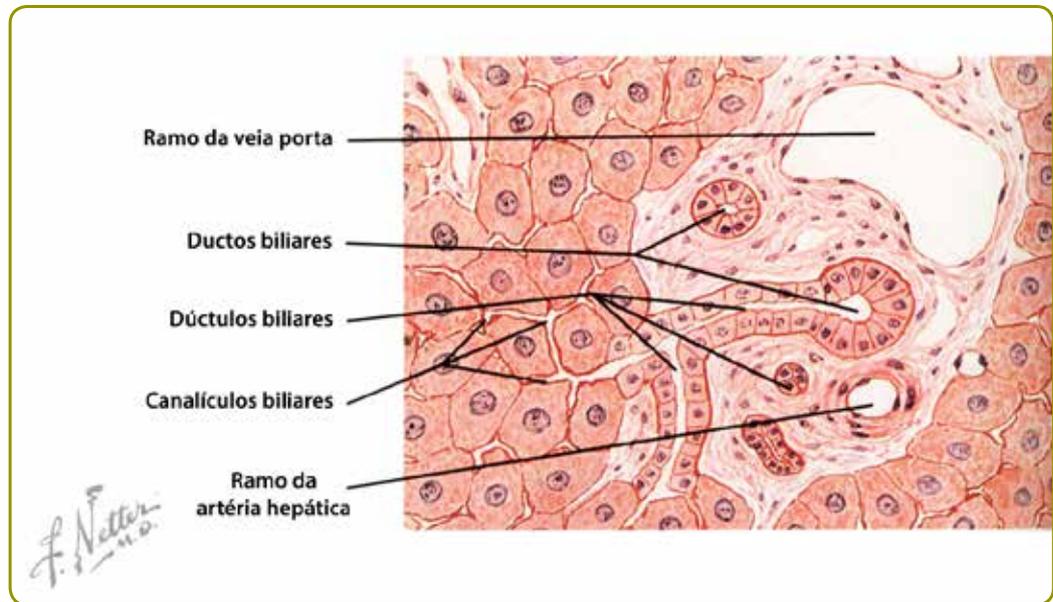


Figura 12.7 - Esquema da circulação da bile. (OVALLE; NAHIRNEY, 2008, p. 314)

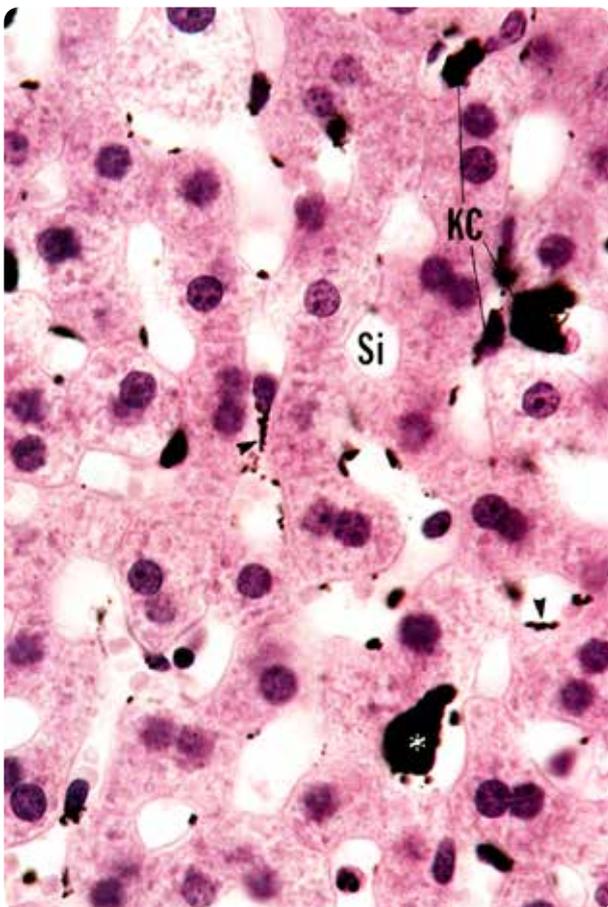


Figura 12.8 - Fotomicrografia de fígado mostrando as placas de hepatócitos, sinusoides [Si] e células de Kupffer [KC] contendo tinta nanquim [*]. (GARTNER; HIATT, 1993, p. 235)

chamados residentes (histiócitos) estão associados às células de revestimento endotelial dos sinusoides, sendo também chamados **células de Kupffer** (Figura 12.8). Os hepatócitos, de um modo geral, são células grandes e ricas em organelas. Além da secreção da bile como produto exócrino, os hepatócitos ainda secretam outros tipos de produtos de secreção endócrina e executam várias outras funções metabólicas. Os hepatócitos possuem complexo de Golgi bem desenvolvido, retículo endoplasmático liso (REL) e retículo endoplasmático granular (REG), além de ribossomos livres e muitas mitocôndrias para suprir o gasto energético, arranjados em torno do núcleo grande e evidente (Figura 12.9). Os hepatócitos degeneram após a agressão tóxica ou injúria por hipóxia, mas são dotadas de grande capacidade de regeneração.

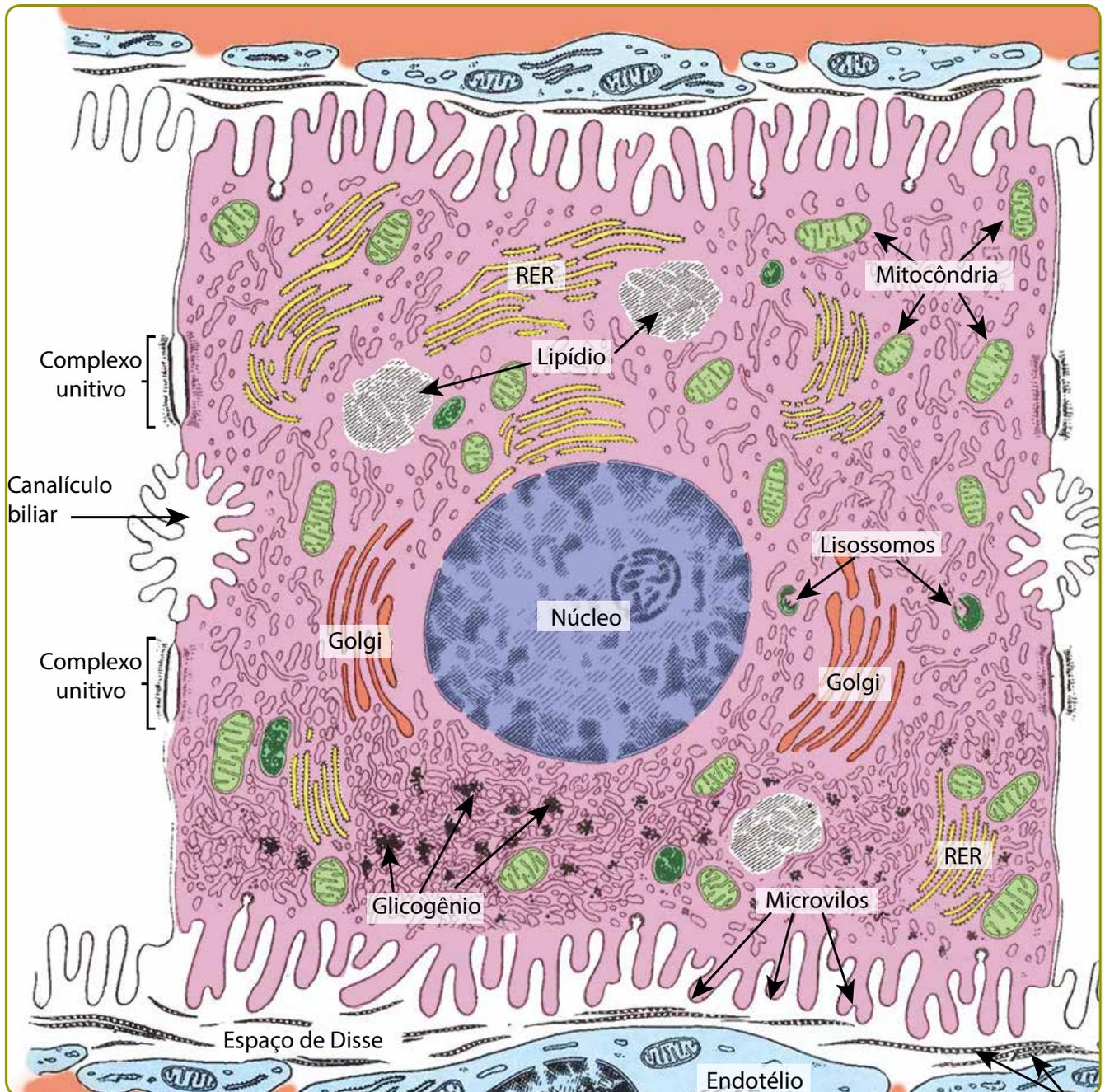


Figura 12.9 - Esquema do hepatócito. (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 281)

12.4 Vesícula biliar

A vesícula biliar é um pequeno órgão em forma de pêra, localizada no lado inferior do fígado, com cerca de 10 cm de comprimento e 4 cm de largura. Pode drenar o seu conteúdo para o duodeno quando necessário. Com a forma de um saco com uma abertura única, a maior parte do órgão forma o corpo e a abertura, o colo, que é contínuo com o ducto cístico.

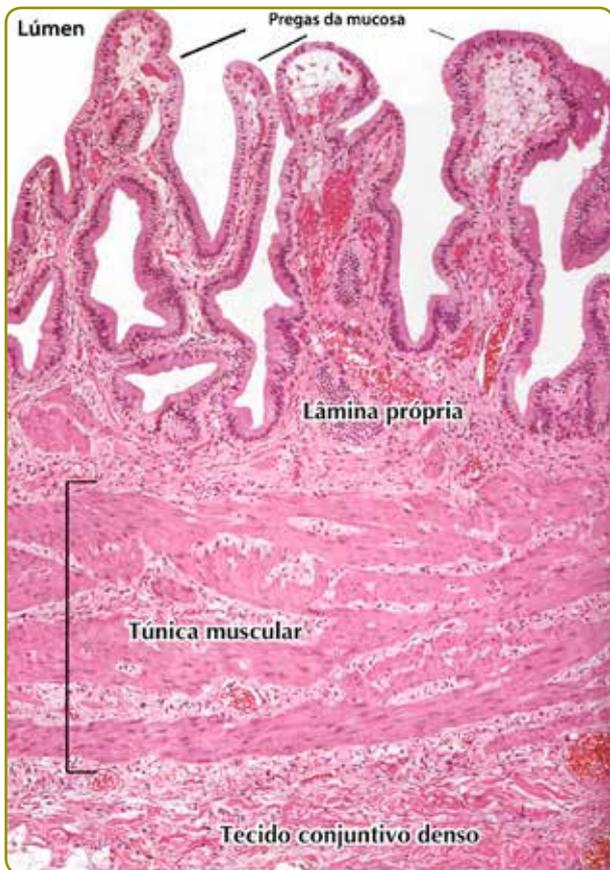


Figura 12.10 - Micrografia de vesícula biliar vazia. Note a mucosa pregueada e o revestimento de tecido epitelial simples cilíndrico [Ep]. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 440)

Lâmina própria

Nome dado ao tecido conjuntivo frouxo que está localizado na mucosa das estruturas.



tecido conjuntivo que reveste o fígado, podendo ser separada facilmente. O peritônio reveste a superfície, não aderida, da vesícula biliar que é recoberta por uma serosa.

Resumo

As glândulas parótida, submandibular e sublingual são as grandes **glândulas salivares**, que estão situadas fora da parede do sistema digestório, associadas à cavidade oral, e são formadas por pequenos agrupamentos de células secretoras, os ácinos. O **pâncreas** é uma glândula mista, sua porção exócrina é representada pelas células acinares. Estas produzem grânulos de zimogênio, lançados no duodeno. Sua porção endócrina é representada pelas ilhotas

Quando vista em corte histológico (Figura 12.10), a **vesícula biliar apresenta mucosa pregueada**, quando vazia. As pregas permitem um aumento de superfície, quando o órgão se expande com a bile, quando então as pregas se tornam curtas e menos visíveis, apresentando uma mucosa relativamente mais lisa.

O epitélio da vesícula biliar é formado por uma camada simples de células cilíndricas, o que caracteriza um epitélio com alta atividade celular. O núcleo das células é oval e se posiciona na base da célula, sendo que o ápice das mesmas, o citoplasma supra-nuclear, apresenta ocasionalmente grânulos de secreção contendo substância mucinógena. **A lâmina própria** da vesícula biliar, é formada por tecido conjuntivo frouxo, vascularizado e rico em fibras colágenas e elásticas. O músculo liso que envolve a vesícula biliar é bem delgado e suas fibras têm orientação oblíqua em sua maioria, sendo que uma pequena parte das células é orientada longitudinalmente (Figura 12.10).

A camada adventícia se conecta à cápsula de

pancreáticas, responsáveis pela produção de hormônios. O **fígado** é dividido em lóbulos hepáticos característicos, delimitados por tecido conjuntivo. A região onde o tecido conjuntivo é mais desenvolvido é chamada de espaço porta. No espaço porta encontramos ramificação da veia porta, ramificação da artéria hepática, e ducto bilífero. No interior dos lóbulos encontramos cordões de hepatócitos, formado por células poligonais, convergindo ao redor da veia centrolobular. Os hepatócitos são as unidades funcionais do fígado, e estão em íntimo contato com o sangue circulante, através dos capilares sinusoides. A bile produzida nas células hepáticas é lançada no interior dos canalículos bilíferos. A **vesícula biliar** é responsável pelo armazenamento, concentração e liberação de bile. A vesícula biliar é constituída por quatro camadas: epitélio (voltado para a luz), lâmina própria, músculo liso e serosa ou adventícia.

Referências

BURKITT, H. George; WHEATER, Paul R.; YOUNG, Barbara; HEATH, John W. **Histologia funcional**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 409p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Atlas de histologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 322p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de histologia em cores**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 426p.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 33+427p.

OVALLE, William K.; NAHIRNEY, Patrick C. Netter **Bases da Histologia** 1. Ed. Rio de Janeiro, 2008.

Glândulas endócrinas

Neste capítulo caracterizaremos o arranjo celular na formação das várias glândulas endócrinas e sua relação com o sistema circulatório, através dos capilares, por onde circulam os hormônios secretados pelas glândulas endócrinas.

Glândula é um nome geral que se dá ao conjunto de células, cuja função principal é secretar uma substância específica, necessária ao funcionamento do organismo, como: saliva, suor, lágrima, suco digestivo, hormônios, etc.

Temos dois grandes grupos de glândulas: as endócrinas e as exócrinas.

As **exócrinas** são aquelas glândulas cujo produto de secreção é escoado através de um ducto. São exemplos de glândulas exócrinas: as sudoríparas, as salivares, as lacrimais, as sebáceas, etc.

O que são glândulas endócrinas?

As glândulas endócrinas, são formadas por um agrupamento de células que não possuem canal de escoamento, secretam hormônios e os lançam diretamente na circulação sanguínea.

Os hormônios, produto de secreção das glândulas endócrinas, são proteínas que auxiliam no controle das atividades do organismo. Sendo assim, são lançados para dentro dos capilares, circulando pela corrente sanguínea até os locais onde vão atuar.

Nesse capítulo, veremos as particularidade de cada uma das principais glândulas endócrinas.

O **sistema endócrino** é constituído por:

1. **Várias glândulas** como por exemplo, a glândula suprarrenal e hipófise;
2. **Grupos de células** isoladas, alojadas no interior de determinados órgãos como por exemplo, ovário, testículo e pâncreas;

3. **Células dispersas, isoladamente**, entre outras células nos tecidos epiteliais, particularmente no trato intestinal e respiratório, sendo conhecidas como **sistema neuroendócrino difuso**.

Estudaremos nesse capítulo, a parte do sistema endócrino formado pelas glândulas: hipófise, tireoide, paratireoide, suprarrenais (adrenal) e ilhotas pancreáticas.

As **glândulas endócrinas secretam mensageiros químicos (hormônios)** para dentro dos vasos sanguíneos, os quais chegam até os tecidos, onde estão as células com receptores para o tipo de hormônio específico (célula-alvo). Os **hormônios regulam** a função dos órgãos, quer **estimulando ou inibindo a função das células-alvo**, de maneira a coordenar suas atividades. Os **tecidos endócrinos** geralmente são **ricamente vascularizados**, por **capilares fenestrados**, para facilitar o lançamento dos produtos secretados na corrente circulatória sanguínea. Entretanto, **os mensageiros endócrinos, os hormônios, atuam de maneira lenta**, uma vez que precisam se difundir na corrente sanguínea e circular até uma célula-alvo ou órgão. As glândulas endócrinas são reguladas pelo sistema nervoso e também por outras glândulas endócrinas.

Veremos a seguir a glândula hipófise, denominada também de glândula mestra, assim chamada por controlar as outras glândulas endócrinas, através da secreção de seus hormônios hipofisários.

13.1 A hipófise

A glândula hipófise secreta numerosos hormônios que **ativam muitas células endócrinas periféricas** como, por exemplo, as células da suprarrenal (adrenal), tireoide, testículos e ovários. **Com seus hormônios controla a atividade de outras glândulas**.

A hipófise está situada sob o cérebro, ao qual está ligada pelo pedículo hipofisário, mantendo importantes relações, anatômicas e funcionais com o sistema nervoso. A hipófise é um pequeno órgão (Figura 13.1), pesando cerca de 0,5 g no adulto e está alojada em uma depressão do osso esfenoide, denominada *sella turcica*. A glândula é revestida por uma **cápsula** de tecido conjuntivo, contínua com a rede de fibras reticulares que suporta as células do órgão.

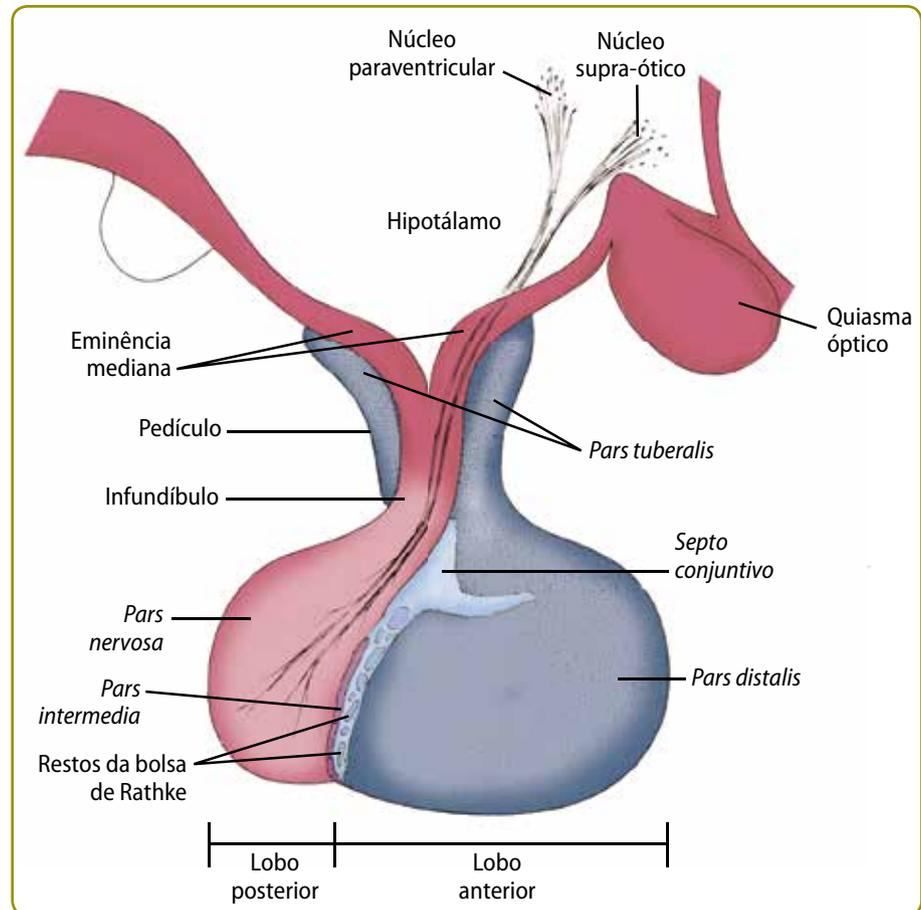


Figura 13.1 - Esquema da Glândula hipófise. (Adaptada de JUNQUEIRA ; CARNEIRO, 1999, p. 333)

A hipófise é dividida, anatomicamente, em duas partes: (1) anterior e (2) posterior. As duas regiões da hipófise possuem diferentes origens embriológicas, o que se reflete em sua estrutura e função diferenciadas. Vejamos a seguir a hipófise e suas divisões. Acompanhe a descrição da hipófise com o esquema da Figura 13.1.

4. A **hipófise posterior**, também denominada **neuro-hipófise**, é derivada de uma projeção para baixo (invaginação) de tecido nervoso do hipotálamo. Mantém características do tecido nervoso que lhe deu origem. Ela é **composta de axônios** de neurônios situados no hipotálamo (nos núcleos supraópticos e paraventricular), junto com **células da glia** de sustentação, denominadas pituícitos. A **neuro-hipófise** pode ser **dividida em**: uma porção volumosa a (1) **pars nervosa** (lobo neural) e um (2) **pedículo hipofisário**, o qual se continua com o hipotálamo, mantendo a ligação entre a hipófise e o sistema nervoso central. É através do **pedículo hipofisário** que os axônios

das células nervosas situadas no cérebro acima, descem para a região da *pars nervosa* (Figuras 13.1 e 13.2).

5. A **hipófise anterior** ou **adeno-hipófise** se origina como uma projeção de sentido cefálico (evaginação), a partir do teto da boca primitiva sendo, portanto, formada por tecido de origem epitelial. Possui **três componentes** diferentes, formando sua estrutura: (1) o lobo distal (*pars distalis*) forma a maior parte da glândula e representa o **lobo anterior** da hipófise, (2) a porção cranial que envolve o infundíbulo, o lobo tuberal (*pars tuberalis*), e (3) a região intermediária entre a neuro-hipófise e a *pars distalis*, separada da última pela fissura da Rathke, o lobo intermediário (*pars intermedia*) (Figura 13.1), que é uma zona rudimentar no homem, mas proeminente em outros mamíferos.

Ao conjunto de *pars nervosa* e *pars intermédia*, dá-se o nome de **lobo posterior** da hipófise.

Observe com atenção as Figuras 13.1 e 13.2 para melhor compreensão do que foi descrito anteriormente.

13.1.1 O suprimento vascular da hipófise

É formado por uma rede especial de vasos, chamado de **sistema porta-hipofisário**, que integra as funções dos sistemas endócrino e nervoso. Por essa via são transportados os hormônios produzidos no hipotálamo (no cérebro) até a hipófise, para estimular ou inibir a secreção hormonal da hipófise anterior (ou adeno-hipófise).

13.1.2 A neuro-hipófise

O tipo e o mecanismo de secreção da hipófise posterior (neuro-hipófise) difere daquele da hipófise anterior (adeno-hipófise).

A **neuro-hipófise libera dois hormônios**, o **hormônio antidiurético (ADH)**, também denominado vasopressina, e o **hormônio ocitocina**, os quais atuam diretamente sobre os

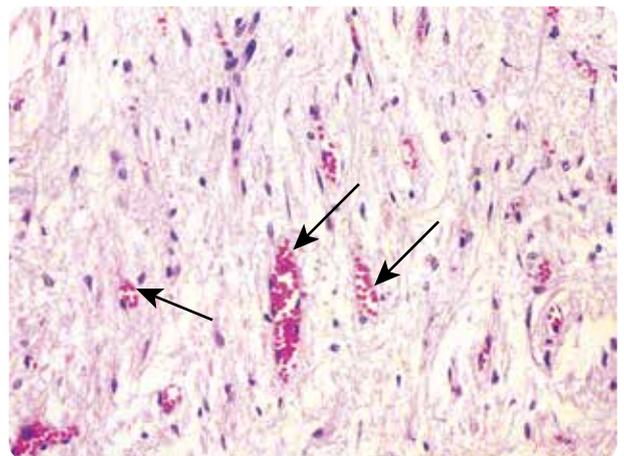


Figura 13.2 - Neuro-hipófise. Note a abundância de capilares sanguíneos cheios de hemácias (setas) e a pouca quantidade de células. (Adaptada de BURKITT, 1994, p. 308)

tecidos não endócrinos do organismo. Esses hormônios são sintetizados nos corpos celulares de neurônios situados no hipotálamo. A neuro-hipófise armazena e libera os neuro hormônios (ADH e ocitocina) na circulação sanguínea (Figuras 13.1 e 13.2).

13.1.3 A adeno-hipófise

A adeno-hipófise sintetiza, acumula e libera seus hormônios que são produzidos localmente por suas células. Ao contrário da neuro-hipófise, que mantém as características de tecido nervoso, a adeno-hipófise tem aparência e características de uma glândula endócrina cordonal, rica em **capilares sinusoides**.

Há dois tipos celulares compondo a porção da adeno-hipófise: células cromófilas e cromófobas.

1. Células **cromófilas** – são células que contêm grânulos citoplasmáticos com grande **afinidade por corantes** histológicos usuais. As células cromófilas podem ter afinidade por **corantes ácidos**

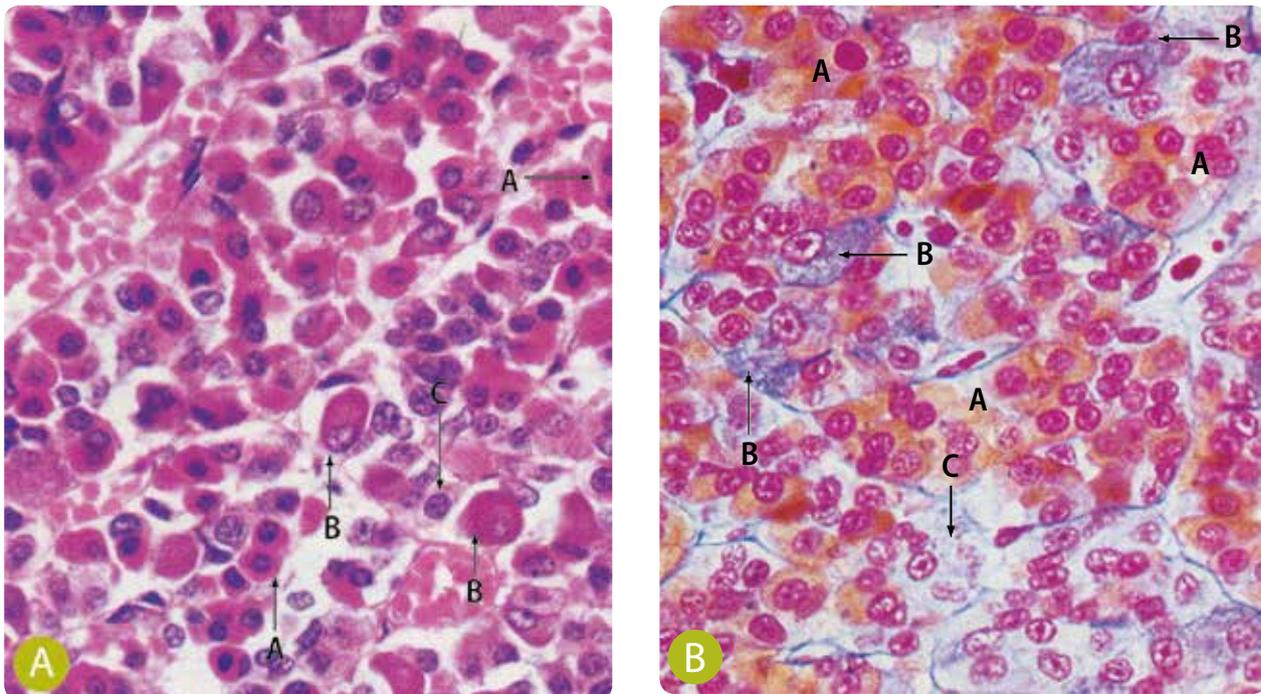


Figura 13.3 - (A) Células da adeno-hipófise com o corante H.E. Nesse tipo de preparação a distinção entre basófilas e acidófilas é pouco evidente. Nota-se que as células basófilas [B] são maiores que as células acidófilas [A], ambas coradas intensamente em rosa. As células cromófobas [C] aparecem pouco coradas. [V] vaso sanguíneo. (BURKITT, 1994, p. 306). (B) Células da adeno-hipófise. Nessa Figura o corante usado foi o Azan modificado. As células acidófilas [A] estão coradas em laranja e as basófilas [B] em azul. As células cromófobas [C], possuem pequena afinidade por corantes ácidos ou básicos. (Adaptada de BURKITT, 1994, p. 306)

sendo então chamadas de **cromófilas acidófilas** (Figuras 13.3 A e B). Quando apresentam afinidade por **corantes básicos** são denominadas **cromófilas basófilas** (Figuras 13.3 A e B).

2. **Células cromófobas** – geralmente o citoplasma dessas células contém poucos grânulos ou eles são muito pequenos, não podendo ser visualizados ao microscópio de luz. O citoplasma é reduzido e apresenta-se pouco corado (Figuras 13.3 A e B). Provavelmente esse tipo celular representa células cromófilas em estágio de repouso ou degranuladas (sem grânulos).

Os métodos histológicos tradicionais de estudo da hipófise foram acrescentados por técnicas de **imuno-histoquímica** específicas, através das quais são definidos cinco **tipos de células, de acordo com o tipo de produto de secreção:**

1. **Somatotrófica** são as células que secretam o **hormônio do crescimento**.
2. **Mamotrófica** (lactotróficas) secretam **prolactina**, hormônio que controla a **produção de leite** durante a lactação. Essas células têm seu número aumentado durante a gestação.
3. **Corticotrófica** secretam o **hormônio adrenocorticotrófico ou ACTH**, que atua sobre as células da **camada cortical da glândula suprarrenal** (adrenal).
4. **Tireotróficas** secretam **TSH ou hormônio tireotrófico** estimulador da **tireoide**.
5. **Gonadotróficas** produzem **FSH** (hormônio folículo estimulante) e **LH** (hormônio luteinizante), que **estimulam as gônadas** tanto femininas quanto masculinas.

Veja na Figura esquemática 13.4 a relação da glândula hipófise com o hipotálamo (sistema nervoso) e as outras glândulas subordinadas ao sistema hipofisário.

13.2 Tireoide

É uma glândula endócrina lobulada (2 lobos, unidos por um istmo) localizada no pescoço, à frente da parte superior da traqueia.

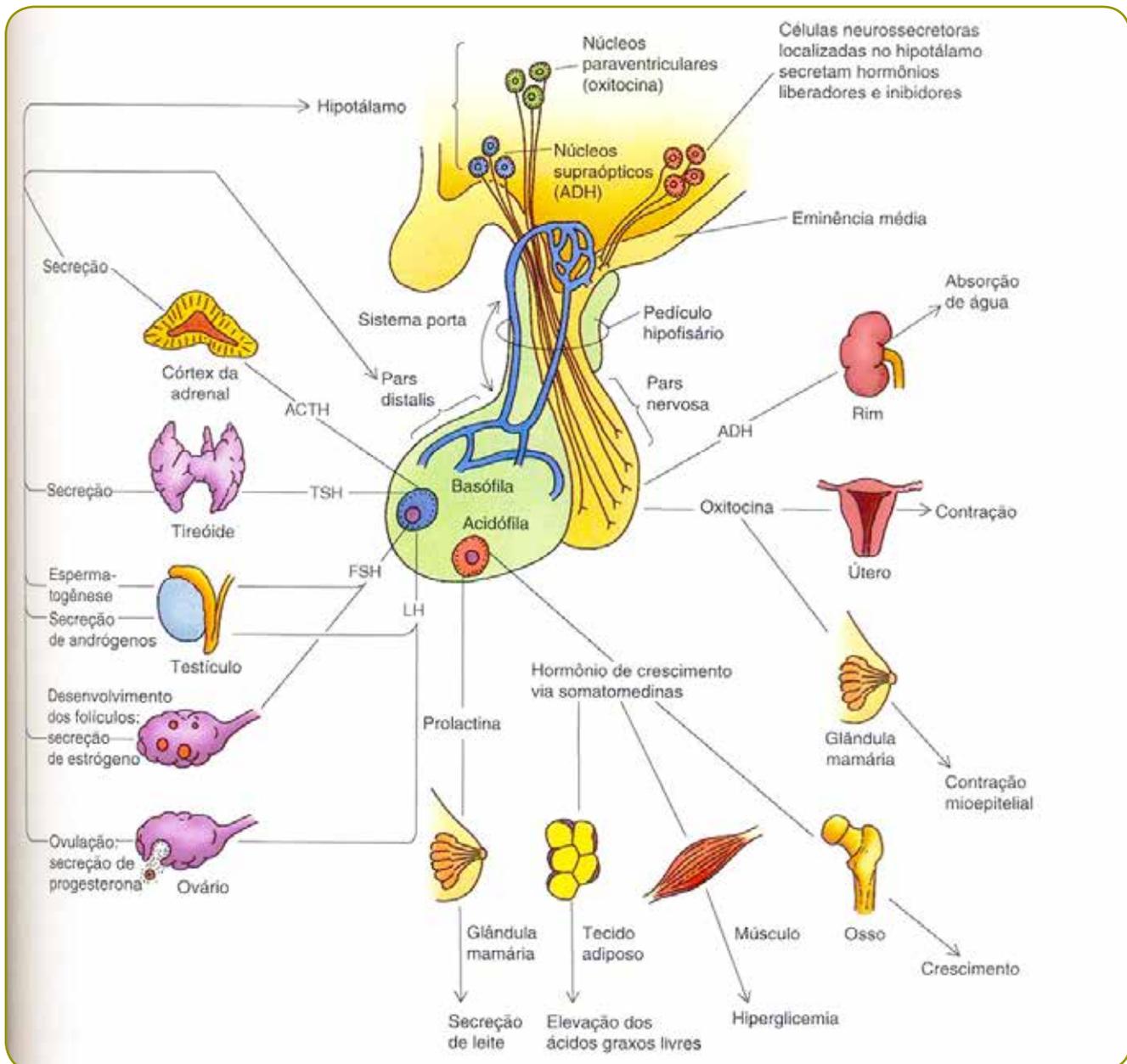


Figura 13.4 - Esquema da glândula hipófise e seus órgãos-alvo: Hormônio adrenocorticotrófico [ACTH]; Hormônio antidiurético [ADH]; Hormônio foliculo-estimulante [FSH]; Hormônio luteinizante [LH]; Hormônio tireotrófico [TSH]. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 311)

A glândula tireoide é revestida externamente por uma cápsula de tecido conjuntivo de onde partem septos de colágeno estendendo-se para o interior da glândula, dividindo-a em lóbulos. Observe a Figura 13.5.

Pelos septos de tecido conjuntivo, no interior da glândula, percorrem os vasos sanguíneos, os vasos linfáticos e os nervos.

A tireoide secreta os hormônios: T3 (triiodotironina), T4 (tiroxina) e a calcitonina.

As unidades funcionais da tireoide são os **folículos tireoidianos**. Tais estruturas são esféricas, densamente agrupadas, compostas por uma **única camada de células cúbicas** limitadas por uma membrana basal (Figuras 13.5 e 13.6). O tamanho dos folículos é variável e depende do fato de ele estar em fase secretora ou fase de armazenamento (Figura 13.6).

Dentro do folículo encontramos um material **coloide** homogêneo **rico em tireoglobulina** que se cora em rosa (eosinófilo) nos preparados comuns. A tireoglobulina é a forma de **armazenamento dos hormônios tireoidianos** em grandes quantidades. Os hormônios ativos da tireoide são: o tri-iodotironina (T3) e tetra-iodotironina (T4), sendo ambos os hormônios iodados. O T4 é convertido em T3 na circulação geral através da remoção

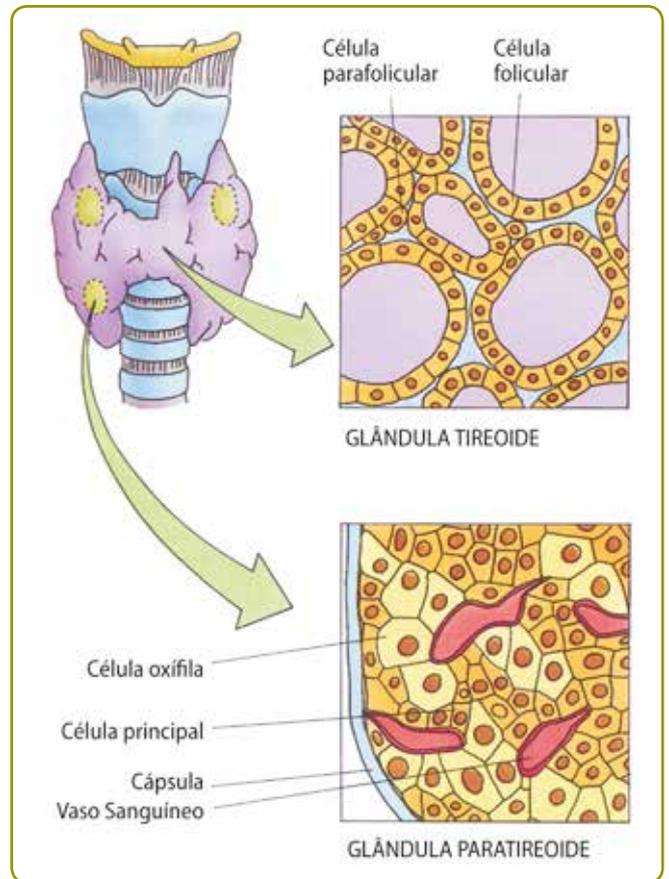


Figura 13.5- Esquema geral das glândulas tireoide e paratireoide. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 319)

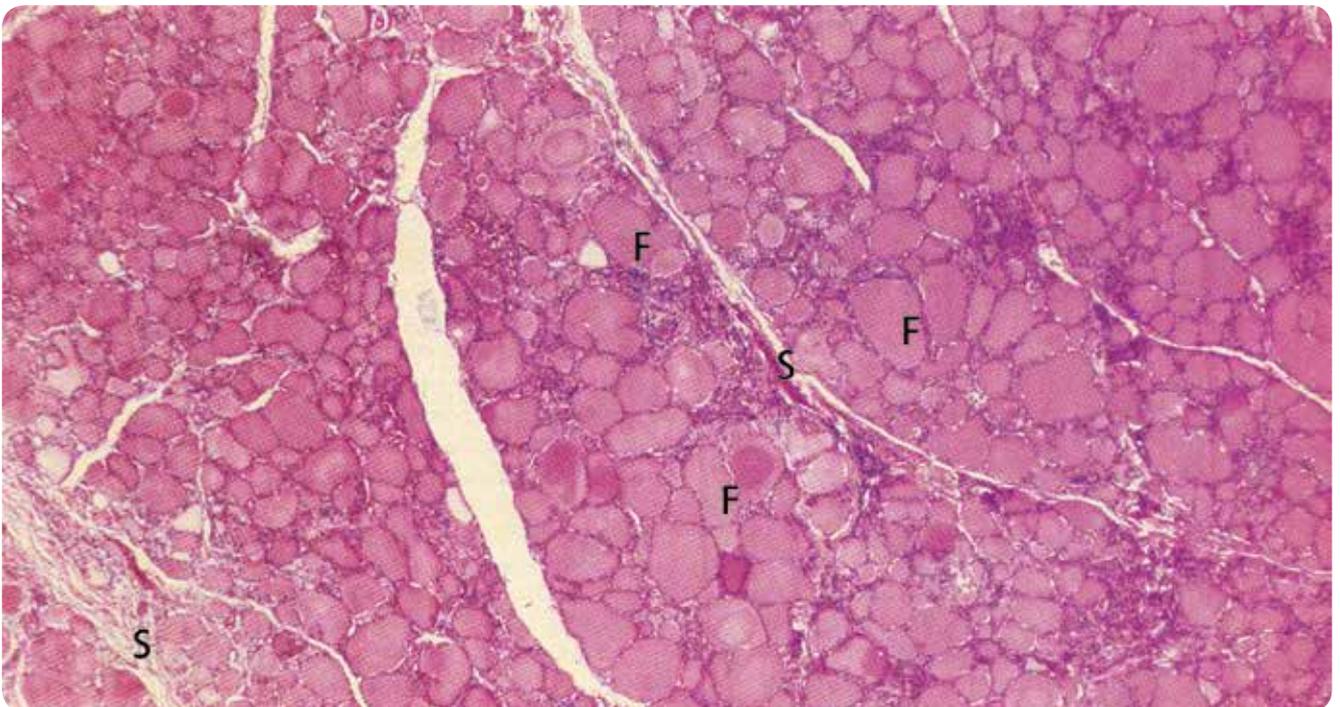


Figura 13.6 - Glândula tireoide. Observe os vários folículos tireoidianos [F] de diferentes tamanhos, separados em lóbulos pelos septos de conjuntivo [S], onde estão presentes as células parafoliculares. (Adaptada de BURKITT; 1994, p. 309)

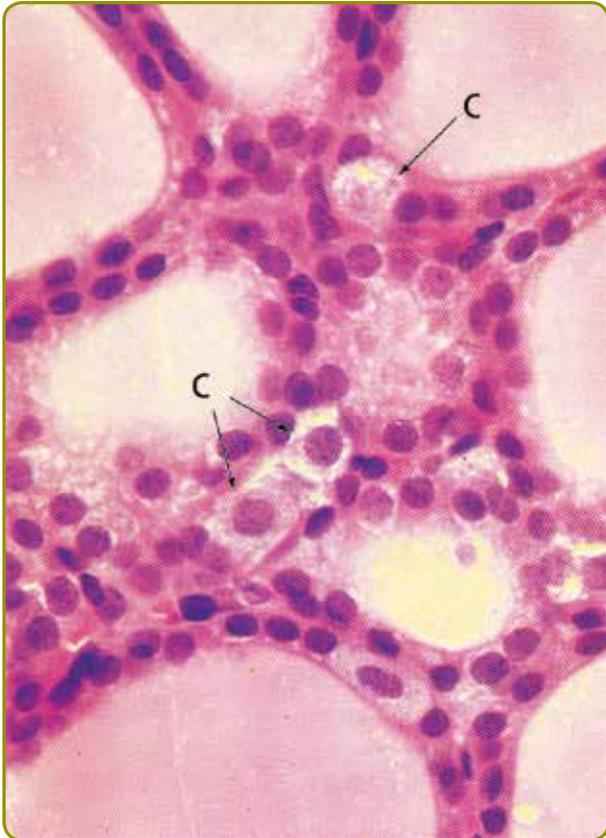


Figura 13.7 - Folículo tireoidiano. Observe entre os folículos tireoidianos as células parafoliculares [C]. (Adaptada de BURKITT; 1994, p. 310)

de uma unidade de iodo. O T3 é um hormônio mais potente que o T4, e parece ser a **forma metabolicamente mais ativa** do hormônio tireoidiano. A **secreção desses hormônios é regulada pelo hormônio TSH da adeno-hipófise**, liberado quando os níveis séricos de hormônios tireoidianos estão baixos. Ambos, T3 e T4, estão envolvidos na estimulação do metabolismo celular em geral.

O **hormônio calcitonina** é outro hormônio produzido pela glândula tireoide. Esse hormônio é produzido e **secretado** por células que se encontram isoladas, ou em pequenos grupos agregados que podem ser encontrados dispersos no tecido conjuntivo, que envolve os folículos tireoidianos. Essas células são chamadas de **células parafoliculares ou células “C”** (Figura 13.7). O hormônio calcitonina reduz os níveis sanguíneos de cálcio no sangue, com a fixação do mineral no osso.

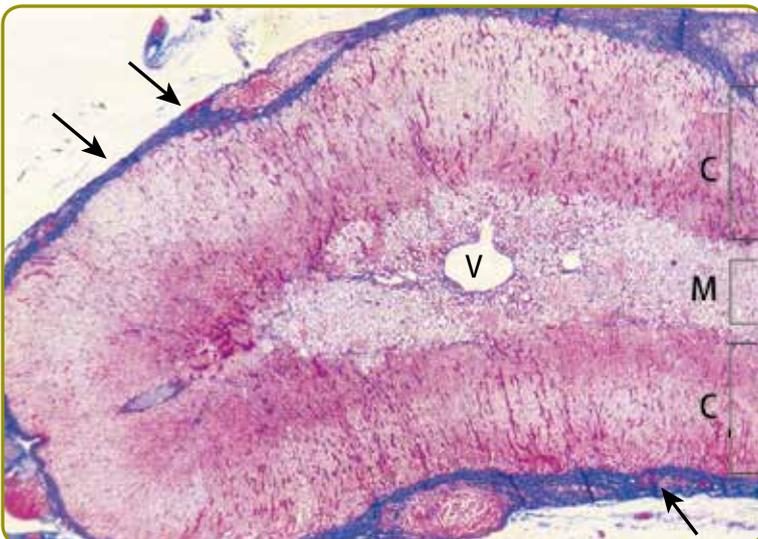


Figura 13.8 - Fotomicrografia em pequeno aumento da Glândula suprarrenal (coloração com Azan). Podemos notar o córtex [C] de localização mais externa e a medula [M] situada mais internamente. Uma cápsula de tecido conjuntivo, corada em azul, reveste toda a glândula (setas). Pode se notar uma veia [V] proeminente no interior da medula. (Adaptada de BURKITT; 1994, p. 314)

13.3 Glândula suprarrenal ou adrenal

As glândulas suprarrenais (adrenais) são pequenas glândulas endócrinas achatadas, localizadas geralmente nos polos superiores dos rins. Em mamíferos, as glândulas suprarrenais contêm dois tipos funcionalmente diferentes de tecido endócrino que possuem origens embriológicas distintas: o **córtex suprarrenal** e a **medula-suprarrenal** (Figura 13.8).

13.3.1 Córtex suprarrenal

Secreta **hormônios esteroides** divididos em três classes funcionais: mineralocorticoides, glicocorticoides e hormônios sexuais (suplementam a secreção de hormônios sexuais gonadais). Todos esses **hormônios são sintetizados a partir do colesterol**. A atividade do **córtex é regulada** principalmente pelo hormônio da hipófise o **ACTH** (hormônio adrenocorticotrófico). O **córtex é subdividido em** três zonas concêntricas da cápsula em direção ao centro: **zona glomerulosa, zona fasciculada e zona reticulada**. Observe no esquema da Figura 13.9 como estão arranjadas as células dessas zonas.

- **Colesterol**
- O colesterol é captado
- do sangue e armazenado
- em gotículas lipídicas no
- citoplasma das células
- corticais.

Zona glomerulosa

Localizada logo **abaixo da cápsula** que reveste a glândula, suas **células** estão dispostas **em agregações ovoides irregulares**, separadas por delicadas trabéculas de tecido conjuntivo contendo capilares de grande diâmetro ao redor das células secretoras (Figura 13.10). **Secretam o hormônio aldosterona**, envolvido no controle de sódio (Na^+) na excreção pelo rim.

Zona fasciculada

É a **zona intermediária** e mais desenvolvida das três zonas do córtex da suprarrenal. Suas **células estão arranjadas em colunas verticais**, as quais possuem 2–3 células de largura, estando as colunas separadas por capilares (Figura 13.11). As células são grandes, com citoplasma abundante e pouco corado devido ao acúmulo citoplasmático de gotículas lipídicas em seu interior – o que nos preparados comuns pode conferir um aspecto vacuolizado às células. Essas células **secretam** hormônios glicocorticoides, principalmente **o cortisol** (cortisona).

Zona reticular

É a **zona mais interna** do córtex suprarrenal, mais delgada que a fasciculada. **Suas células** com citoplasma corado mais fortemente são menores que as células da região anterior. **Estão arranjadas em uma rede irregular de cordões ramificados** e agregados de

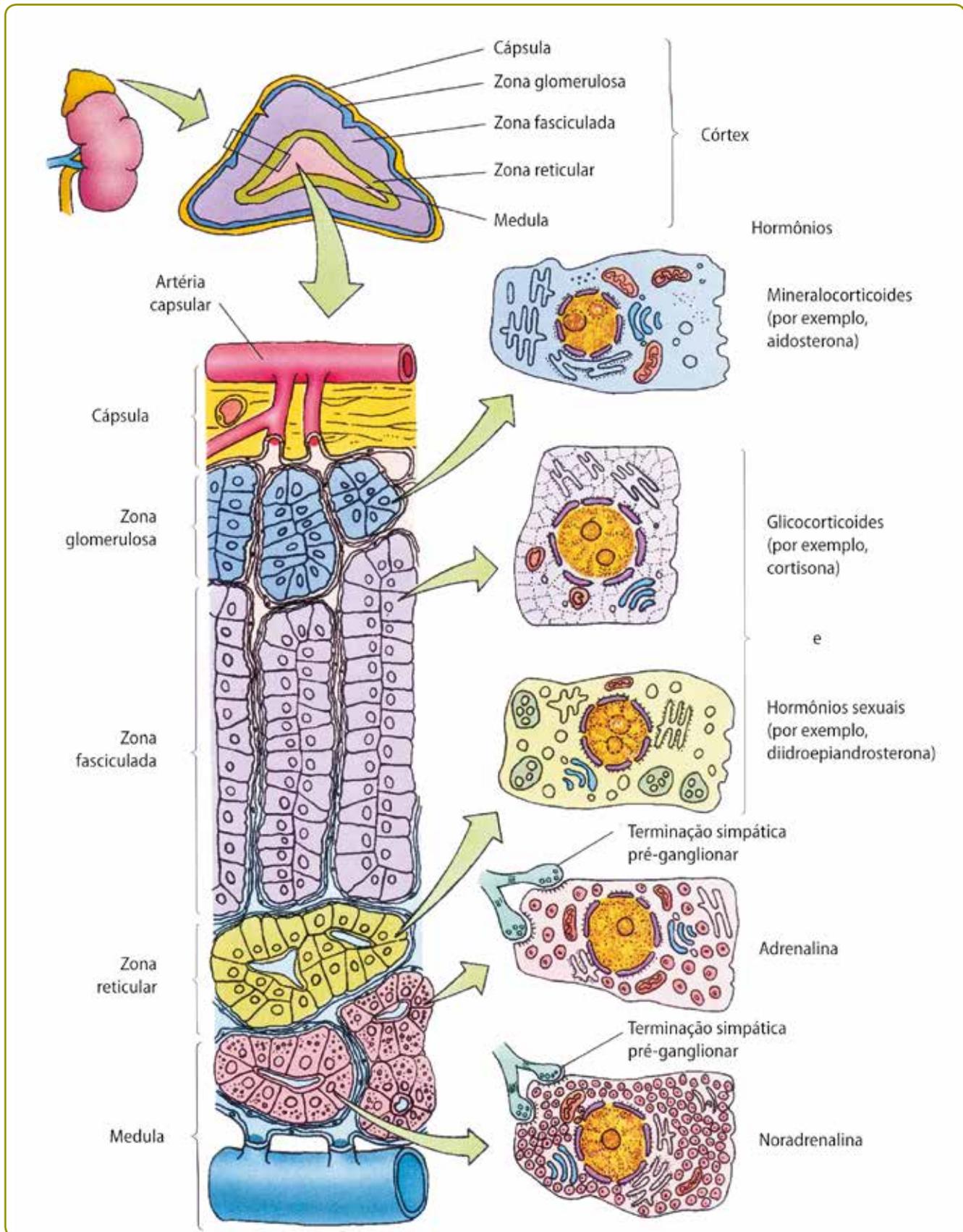


Figura 13.9 - Esquema da glândula suprarrenal e seus tipos celulares. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 325)

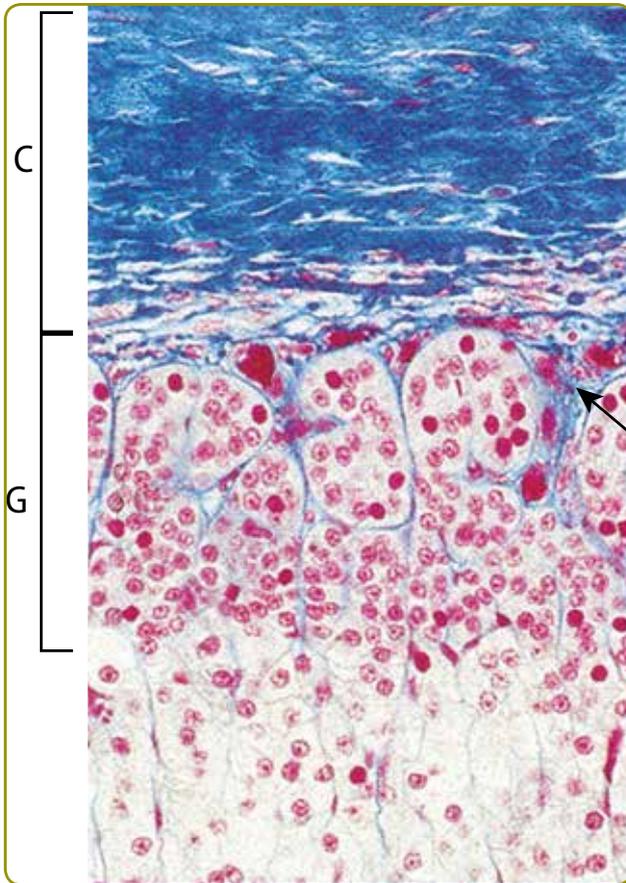


Figura 13.10 - Fotomicrografia do córtex suprarrenal (colorada com Azan) – A zona glomerulosa [G]: é composta por pequenas células compactas arranjadas em grupos e separadas por estroma de tecido conjuntivo onde estão situados os capilares de parede fina. O colágeno da cápsula [C] e as trabéculas [T] estão corados em azul. (Adaptada de BURKITT, 1994, p. 315)

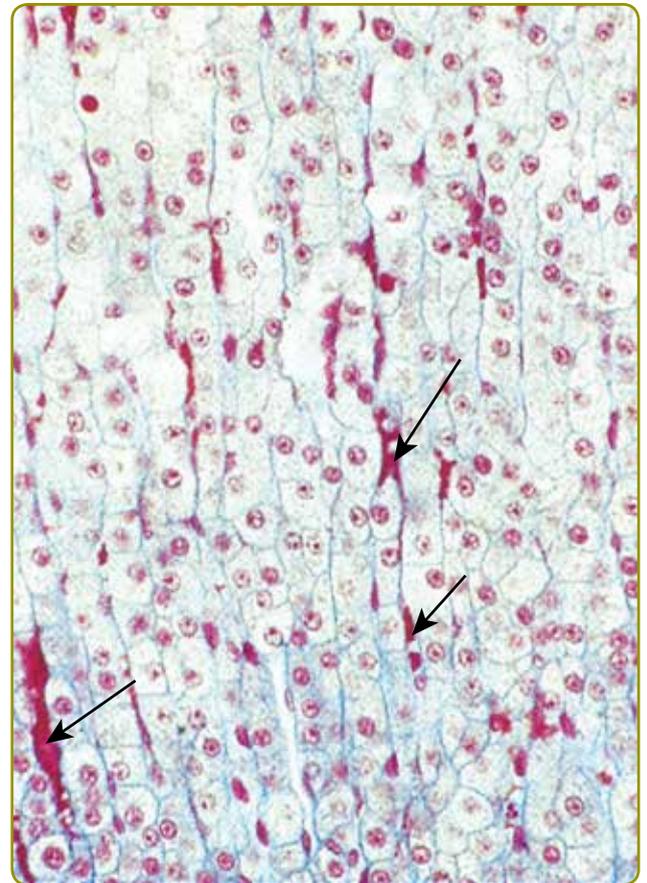


Figura 13.11 - Fotomicrografia de córtex suprarrenal (colorada com Azan) – Zona fasciculada: observe na Figura as células arranjadas em colunas verticais, separadas por capilares (setas). (Adaptada de BURKITT; 1994, p. 315)

células separadas por numerosos capilares de grande diâmetro. As células dessa região **produzem esteroides androgênicos e alguns glicocorticoides**, mas normalmente em pequenas quantidades. Veja na Figura 13.12 a zona reticular, com suas células, arranjadas em cordões celulares, formando uma rede.

13.3.2 Medula suprarrenal

Na medula suprarrenal são encontrados **dois tipos de células** secretoras, sustentadas por uma delicada rede colágena contendo numerosos capilares de grande diâmetro. Vários canais venosos que drenam o sangue dos sinusoides do córtex e atravessam a medula em direção à veia medular central. Veja na Figura 13.13, a organização da medula suprarrenal.

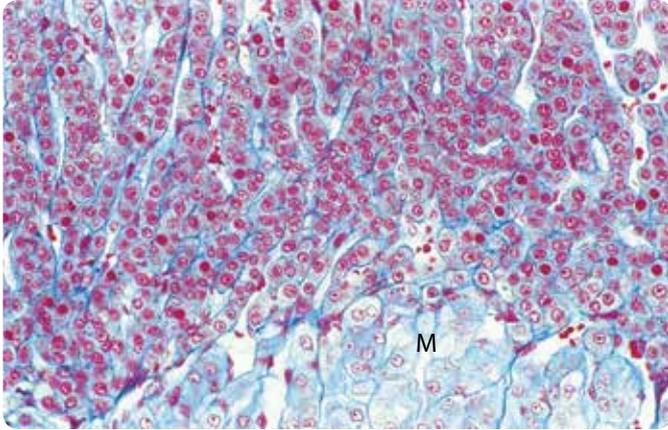


Figura 13.12 - Fotomicrografia de córtex suprarrenal (colorada com Azan) – Zona reticular: observe na Figura as células arranjadas em uma rede irregular de cordões ramificados, separadas por capilares. Células da medular [M]. (Adaptada de BURKITT; 1994, p. 315)

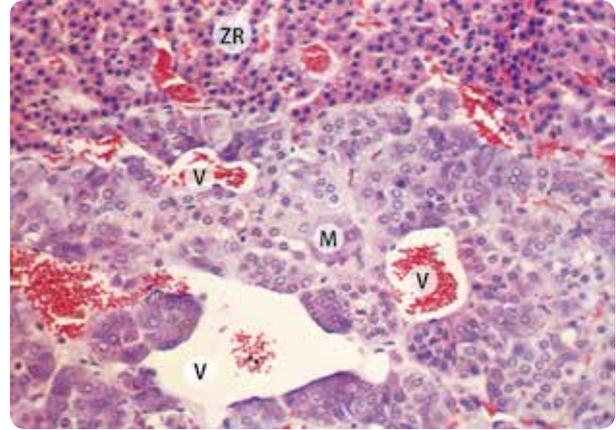


Figura 13.13 - Fotomicrografia de medula suprarrenal (corada com H.E.). Células medulares [M]; veias medulares [V] e zona reticular pertencente ao córtex [ZR]. (Adaptada de BURKITT; 1994, p. 317)

As células da região medular são ricas em catecolaminas. Essas células são também conhecidas como células “cromafins”, por apresentarem uma coloração castanha intensa quando em exposição ao ar ou a um agente fortemente oxidante, como o dicromato de potássio. Secretam os **hormônios catecolaminas: adrenalina e noradrenalina**, sendo que a atividade da medular é controlada pelo sistema nervoso simpático. Esses hormônios não são secretados continuamente, ao contrário da maioria das glândulas, mas **ficam armazenados** em grânulos citoplasmáticos e liberados apenas em resposta à estimulação nervosa.

As suprarrenais têm um dos maiores suprimentos sanguíneos do corpo. Veja o esquema da microcirculação da glândula nas Figuras 13.14 A e B.

13.4 Pâncreas endócrino

O pâncreas não é apenas uma importante glândula exócrina do sistema digestório, mas também possui importantes funções endócrinas.

Os aglomerados arredondados de **tecido endócrino**, circundados por uma delicada cápsula fibrocolagenosa, recebem a denominação de **ilhotas pancreáticas**. São formadas por pequenos agregados, de diferentes tamanhos, de células secretoras que são sustentadas por uma delicada rede de tecido conjuntivo muito

Ilhotas Pancreáticas

As ilhotas estão inseridas no interior do pâncreas exócrino (ácinos pancreáticos).

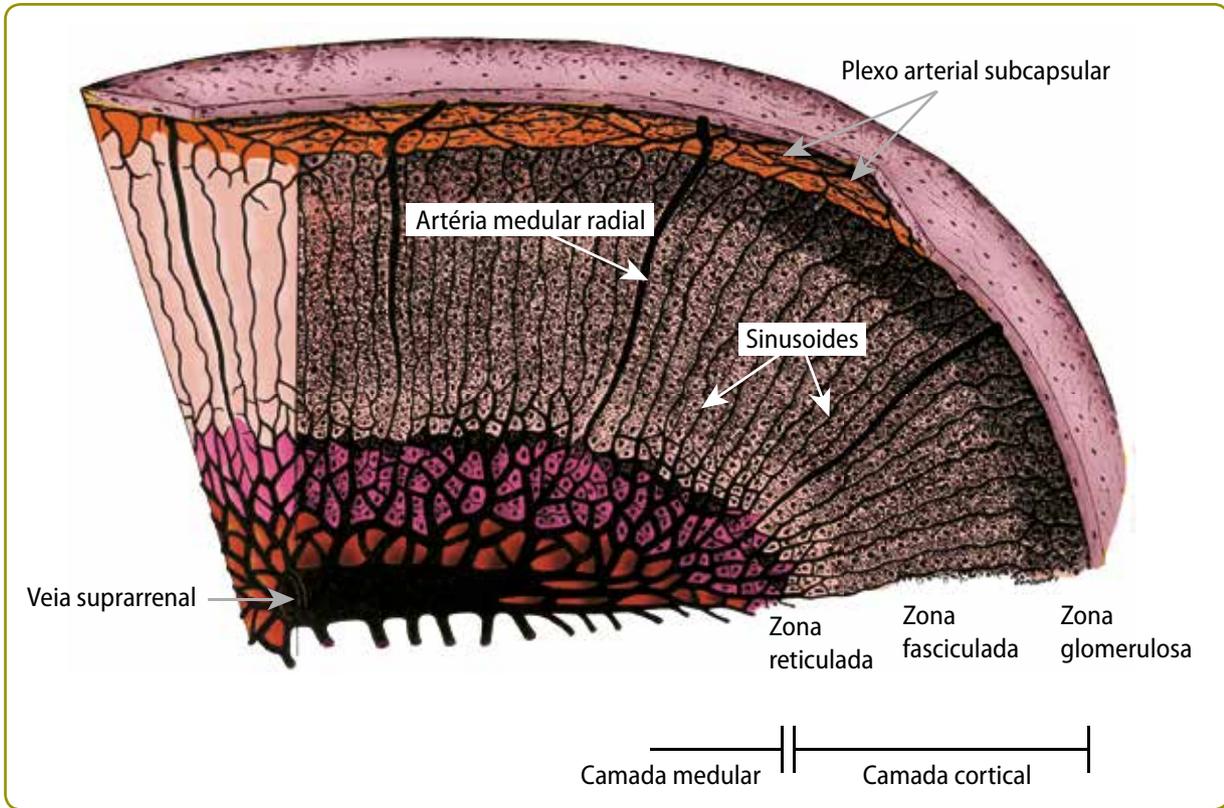


Figura 13.14 (A) - Esquema geral da suprarrenal e sua circulação. Note a presença de vasos de maior calibre na região medular. (Adaptada de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 344)

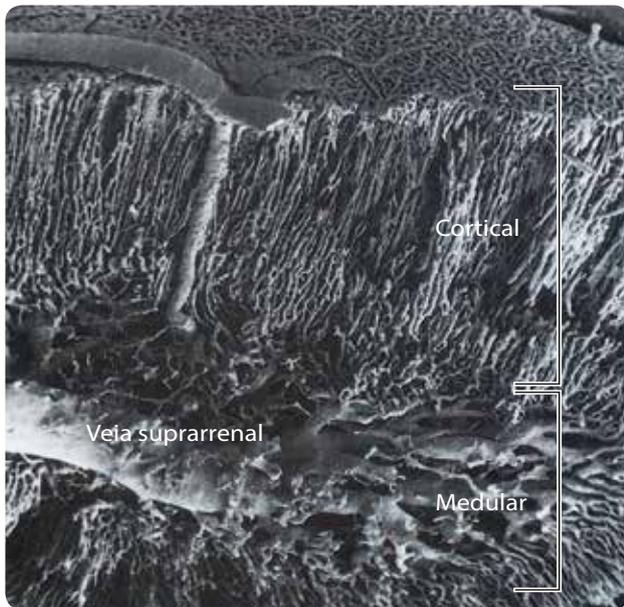


Figura 13.14 (B) - Eletromicrografia de varredura da glândula suprarrenal de rato mostrando a microcirculação no córtex e na medula. (Adaptada de GARTNER; HIATT, 2007, p. 326)

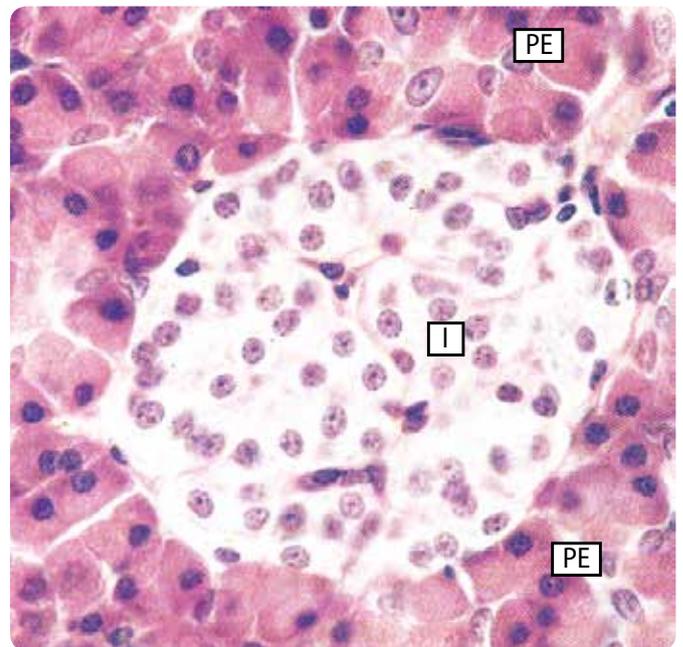


Figura 13.15 - Ilhota Pancreática [I]. As ilhotas são a porção endócrina do pâncreas, com uma configuração mais ou menos esférica. Estão espalhadas aleatoriamente pela porção do pâncreas exócrino [PE], sendo assim, estão circundadas pelos ácinos pancreáticos [PE]. (BURKITT; 1994, p. 318)

rico em capilares fenestrados. As células endócrinas são pequenas, apresentando citoplasma pouco corado, em contraste às células dos ácinos pancreáticos adjacentes, fortemente corados. O pâncreas endócrino contém células secretoras de vários tipos, entretanto nos preparados comuns, por H.E., não é possível diferenciá-los uns dos outros (Figura 13.15).

Por métodos imunocitoquímicos e também por colorações especiais, são conhecidos quatro tipos celulares nas ilhotas: as **células B** ou **beta** – **produtoras de insulina**; as **células A** ou **alfa**, que sintetizam e acumulam um hormônio hiperglicemiante; o **glucagon** e as **células D** (delta ou células do tipo III) **que** são secretoras de **somatostatina** (que é um fator inibidor da liberação do hormônio hipofisário de crescimento).

Resumo

As **glândulas endócrinas secretam hormônios** para dentro dos capilares sanguíneos, os quais chegam até os tecidos onde vão atuar nas células que tiverem receptores para cada tipo de hormônio específico (célula-alvo).

As glândulas endócrinas são reguladas pelo sistema nervoso e também por outras glândulas endócrinas, como a hipófise.

A **hipófise** é conhecida como glândula mestra, pois seus hormônios hipofisários controlam diretamente ou indiretamente o trabalho de outras glândulas. **A hipófise é dividida, anatomicamente, em duas partes: anterior e posterior.** A **hipófise posterior** é denominada **neuro-hipófise** e a **hipófise anterior** é chamada de **adeno-hipófise**.

Ao contrário da neuro-hipófise, que mantém as características de tecido nervoso, a adeno-hipófise tem aparência e características de uma glândula endócrina cordonal, rica em **capilares sinusoides**. Há dois grupos celulares compondo a porção da adeno-hipófise: as células cromófilas (acidófilas e basófilas) e as células cromófobas.

A **tireoide** ativa e normal possui unidades funcionais formadas pelos **folículos tireoidianos**. Tais estruturas são esféricas, densamente agrupadas, compostas por uma **única camada de células**

cúbicas limitadas por uma membrana basal. Essas células epiteliais, dos folículos tireoidianos, são responsáveis pela síntese e secreção dos hormônios T3 e T4.

Na **glândula suprarrenal** podemos observar duas regiões distintas: **região cortical** e **região medular**. A atividade do córtex é regulada principalmente pelo hormônio da hipófise o ACTH. O **córtex** é subdividido em **três zonas concêntricas**, da cápsula em direção ao centro: **zona glomerulosa**, **zona fasciculada** e **zona reticulada**. Na **medula suprarrenal**, estão presentes vasos de maior calibre, além dos capilares. Nessa região são encontrados **dois tipos de células** secretoras, as células cromafins, que secretam adrenalina e noradrenalina.

No **pâncreas endócrino** os aglomerados arredondados de **tecido endócrino** estão circundados, por uma delicada cápsula fibrocolagenosa, no interior dos pâncreas exócrino. Essas células recebem a denominação de **Ilhotas Pancreáticas** e secretam os hormônios, insulina e glucagon.

Referências

BURKITT, H. George; WHEATER, Paul R.; YOUNG, Barbara; HEATH, John W. **Histologia funcional**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 409p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Atlas de histologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 322p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de histologia em cores**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 426p.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 33+427p.

Sistema reprodutor masculino

Neste capítulo estudaremos a organização microscópica dos testículos e dos principais componentes do sistema reprodutor masculino. Conheceremos o processo de produção do gameta masculino.

Responsável pela perpetuação da vida, o principal componente do sistema reprodutor masculino é o testículo. Na verdade são dois, um direito e um esquerdo, ambos alojados na bolsa escrotal, fora da cavidade abdominal. Os testículos produzem o hormônio masculino, a testosterona, e também os gametas masculinos, os espermatozoides.

Na infância, os testículos estão imaturos e inativos. Já na puberdade, os testículos entram em atividade e a produção de hormônios e espermatozoides é contínua durante toda a vida do homem.

No interior dos testículos há um enovelado de túbulos, denominados túbulos seminíferos, com uma parede formada por um epitélio estratificado, cujas células ao se modificarem originam os espermatozoides.

Ao redor dos túbulos seminíferos, inseridas no tecido conjuntivo de preenchimento, estão as células intersticiais, que produzem o hormônio masculino que, por sua vez, é responsável pela produção dos espermatozoides. Se não houver testosterona não há produção do gameta.

Um sistema de ductos, com várias denominações, especializações e interligados, formam o sistema reprodutor masculino.

O Sistema reprodutor masculino é responsável por:

- Produzir, nutrir e armazenar, por um determinado tempo, os espermatozoides (gameta masculino).
- Produzir líquido seminal e introduzir a suspensão contendo espermatozoide (sêmen) no trato genital feminino.

- Produzir o hormônio sexual masculino (testosterona).

O **sistema reprodutor masculino** pode ser dividido em três importantes **componentes funcionais**:

1. Os **testículos** ou gônadas masculinas, órgãos pares localizados na bolsa escrotal, são responsáveis pela produção de espermatozoides e de hormônio sexual masculino.
2. Um **sistema de ductos pares**, cada um consistindo em **dúctulos eferentes**, **epidídimo** (também chamado de ducto epididimário), **ducto deferente** e **ducto ejaculatório**. A função deles é coletar, armazenar e conduzir os espermatozoides dos testículos. Os ductos ejaculatórios convergem para a uretra, de onde os espermatozoides são expelidos para o trato reprodutor feminino.
3. Três tipos de **glândulas exócrinas**: (A) uma **glândula prostática única** e (B) um **par de vesículas seminais** que secretam um meio líquido nutritivo e lubrificante, denominado líquido seminal. É nesse líquido que os espermatozoides são conduzidos ao trato reprodutor feminino. O **líquido seminal e os espermatozoides constituem o sêmen ou esperma**. O terceiro tipo glandular é um

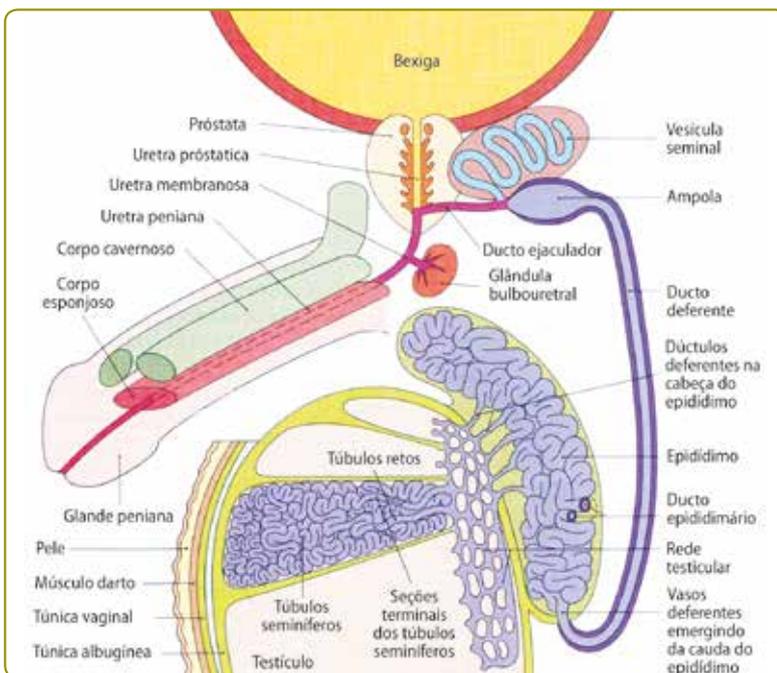


Figura 14.1 - Esquema do sistema genital masculino. As estruturas não estão na proporção real. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 309)

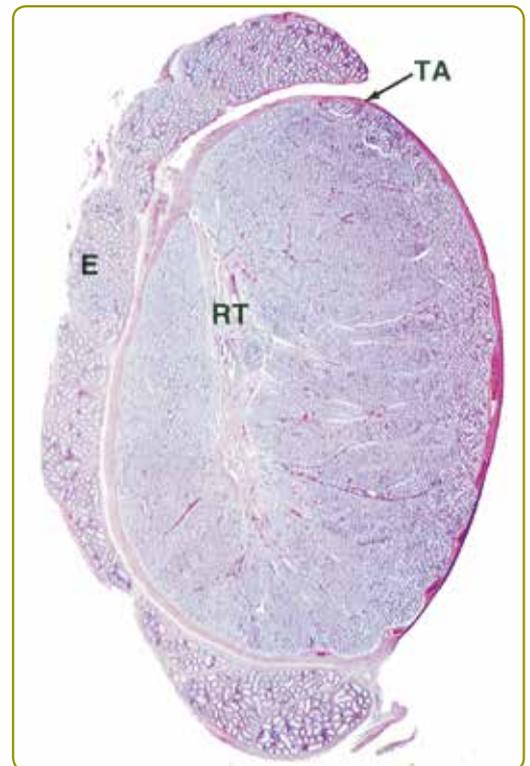


Figura 14.2 - Esta Figura ilustra as características macroscópicas de um testículo, cortado em plano sagital, e sua relação com o epidídimo. Túnica albugínea [TA]; Rede testicular [RT]. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 324)

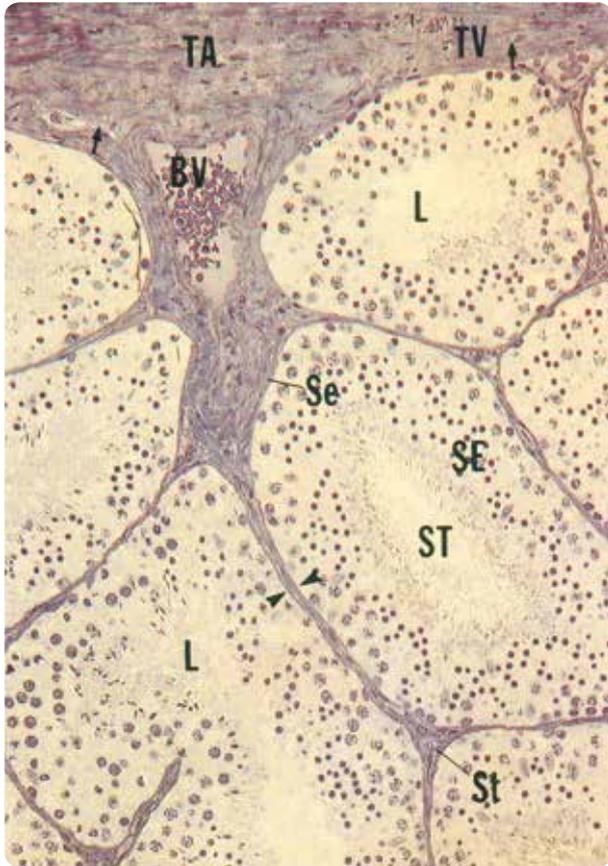


Figura 14.3 - Testículo e os túbulos seminíferos. Túnica albugínea de tecido conjuntivo [TA]; Túnica vascular [TV]; Vasos sanguíneos [BV]; Epitélio seminífero [SE]; Luz tubular [L]; Túbulos seminíferos [ST]; Estroma [St]; Septo de tecido conjuntivo [Se]. A seta indica região bastante vascularizada. As cabeças de seta apontam os septos de tecido conjuntivo, muito finos, entre os túbulos seminíferos. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 1993, p. 279)

par de pequenas glândulas acessórias (C) as **glândulas bulbouretrais** cuja secreção lubrifica a uretra para a passagem do sêmen durante a ejaculação. Veja na Figura 14.1 o esquema geral do sistema reprodutor masculino.

14.1 Testículos

Os testículos são órgãos pares localizados fora da cavidade corporal em uma bolsa denominada escroto (Figura 14.1). Essa localização significa que eles são mantidos a uma temperatura de aproximadamente 2–3°C abaixo da temperatura corporal, o que é **essencial para manutenção da espermatogênese normal**. Durante o desenvolvimento embriológico, o testículo desce até o escroto, geralmente chegando até ele no sétimo mês de vida intra-uterina. Quando os testículos não migram para o escroto, são incapazes de produzir espermatozoides (criptorquidia).

O testículo é encapsulado (Figuras 14.2 e 14.3) por tecido fibroso denso, que recebe o nome de **túnica albugínea**. Esta origina numerosos septos colágenos, mal definidos, que di-

videm o testículo em aproximadamente 250 **lóbulos testiculares**. Como os septos são incompletos, os lóbulos se intercomunicam. Dentro de cada lóbulo há de um a quatro tubos altamente contorcidos denominados **túbulos seminíferos**, nos quais são **produzidos os espermatozoides**. Os túbulos seminíferos estão **imersos em tecido conjuntivo** frouxo. Nesse tecido conjuntivo encontramos vasos sanguíneos e linfáticos, nervos e as **células intersticiais** (ou de Leydig), responsáveis pela produção de testosterona, o hormônio masculino (Figura 14.3).

14.2 Túbulos seminíferos

Os túbulos seminíferos começam em fundo de saco e terminam na região posterior do testículo, nos **túbulos retos**, que se anastomosam em uma rede de túbulos, a **rede testicular**, de onde partem de oito a 15 **ductos eferentes** que penetram na porção cefálica do epidídimo (Figuras 14.1 e 14.2).

Os túbulos seminíferos possuem uma túnica de tecido conjuntivo, envolvendo-os externamente e uma lâmina basal. Internamente são revestidos por um epitélio especial formado por várias camadas celulares, a partir das quais têm origem os espermatozoides (Figuras 14.4 e 14.5 A e B). Esse epitélio é estratificado (4 a 8 camadas) e consiste em duas populações de células distintas: (1) células em vários estágios da espermatogênese e espermiogênese, coletivamente denominadas como **linhagem espermatogênica** e (2) células não espermatogênicas, denominadas **células de Sertoli**, que sustentam e nutrem os espermatozoides em desenvolvimento (Figura 14.5 A). Cada gameta contém apenas metade do número

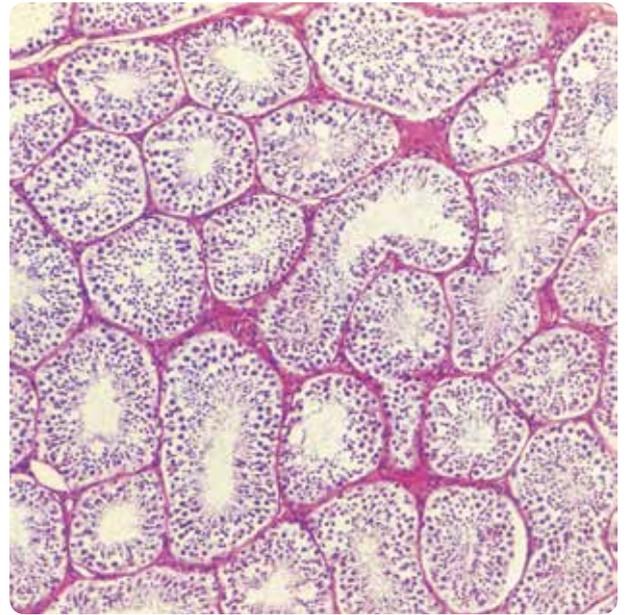


Figura 14.4 - Túbulos seminíferos em vários planos de corte. (BURKITT; 1994, p. 324)

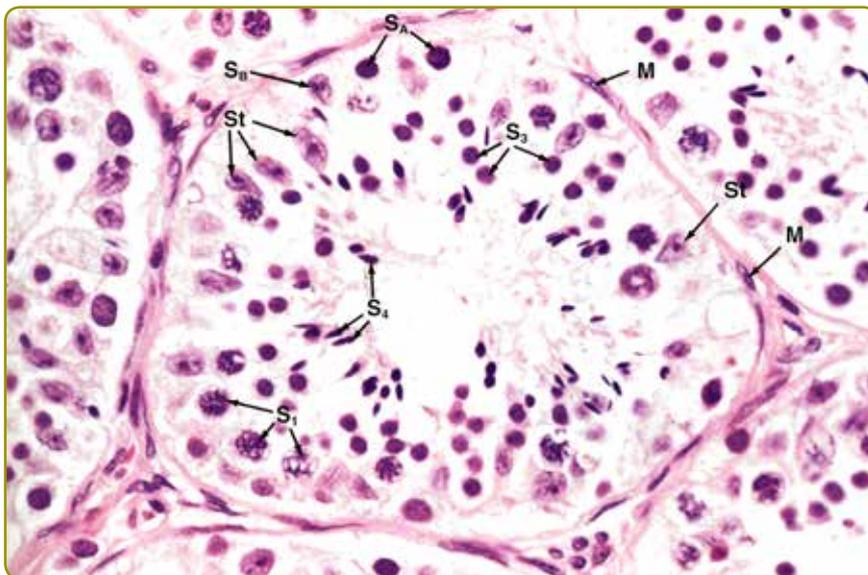


Figura 14.5 - (A) Figura do túbulo seminífero: espermatogônias [Sa e Sb]; espermátocito primário [S₁]; espermátide [S₃]; espermatozoides [S₄]; células de Sertoli [St]; células mióides [M]. (BURKITT; 1994, p. 326)

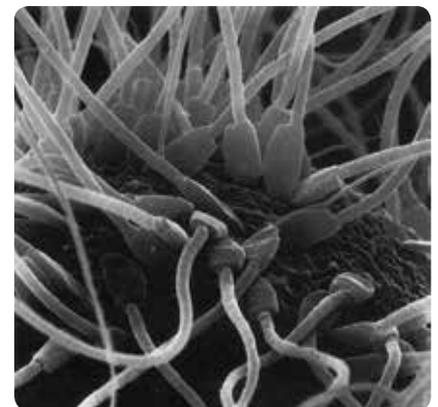


Figura 14.5 - (B) Microscopia eletrônica de varredura de espermatozoides tentando atravessar as células da corona radiata do ovócito. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 489)

diplóide de cromossomos, essa metade do complemento de cromossomos é conhecida como **número haplóide**. A produção de células haplóides envolve uma forma peculiar de divisão celular, denominada **meiose**, que ocorre apenas nas células germinativas das gônadas durante a formação de gametas.

14.3 A espermatogênese

Espermatogênese
É o processo geral de
formação do espermatozoide

A **espermatogênese** ocorre em ondas ao longo do comprimento dos túbulos seminíferos. Assim, as áreas adjacentes do mesmo túbulo mostram vários estágios da espermatogênese. Todo o processo leva aproximadamente 70 dias e ocorre dentro dos testículos, embora a maturação final dos gametas ocorra no epidídimo onde os espermatozóides adquirem mobilidade.

O processo de formação do espermatozoide inicia-se com a célula germinativa primitiva, a **espermatogônia**, que é uma célula fonte, localizada na camada basal do epitélio seminífero (Figuras 14.5 e 14.6). Essas células já estão presentes nas gônadas masculinas antes da maturidade sexual, mas em pequeno número. Após a puberdade, as espermatogônias multiplicam-se continuamente por mitose, originando outras células fonte (denominadas espermatogônias tipo A) e espermatogônias comprometidas com a meiose (denominadas espermatogônias tipo B). Ambos os tipos de espermatogônias possuem citoplasma escasso e pouco corado.

A divisão **mitótica produz** não apenas mais **espermatogônias** de reserva (tipo A), mas também as células tipo B, que entram nos primeiros estágios de divisão meiótica e **diferenciam-se em espermatócitos primários** (Figuras 14.5 e 14.6). Os espermatócitos primários são facilmente reconhecidos por seu citoplasma abundante e grandes núcleos contendo agrupamentos grosseiros ou delgados filamentos de cromatina. No homem, o primeiro ciclo de divisão meiótica leva aproximadamente três semanas para se completar, após o qual as células-filha tornam-se conhecidas como **espermatócitos secundários**.

Os espermatócitos secundários rapidamente sofrem a segunda divisão meiótica e, portanto, são observados com pouca frequência.

Os gametas assim produzidos são denominados espermátides, que vão sofrer modificações complexas que levam à formação de espermatozoides (Figura 14.5 B).

Esse **processo** é conhecido como **espermiogênese**, onde os núcleos das espermátides tornam-se menores, mais condensados e menos granulares, até que assumem a forma puntiforme dos espermatozoides. O complexo de Golgi produz uma vesícula que contém uma partícula densa, o **acrossomo**. Essa estrutura vesicular liga-se ao núcleo cobrindo parte de sua superfície, formando o **capuz cefálico ou acrossômico**. De um dos centríolos surge o **flagelo** que formará a cauda do espermatozoide. O volume do citoplasma é consideravelmente reduzido. Gradualmente, as mitocôndrias dirigem-se para o flagelo, colocando-se em espiral em torno da parte inicial da cauda do espermatozoide, local relacionado com movimento celular e de grande consumo de energia (Figuras 14.5 e 14.6).

As células da linhagem espermatogênica resultantes da divisão de uma espermatogônia não se separam totalmente, ficando presas por pontes citoplasmáticas, que só se desfazem na liberação dos espermatozoides para a luz do túbulo seminífero. Essas pontes permitem a passagem de moléculas informacionais entre as células, explicando o sincronismo no desenvolvimento dos espermatozoides.

- **Espermiogênese**
- É o processo final de
- diferenciação da espermátide
- em espermatozoide.

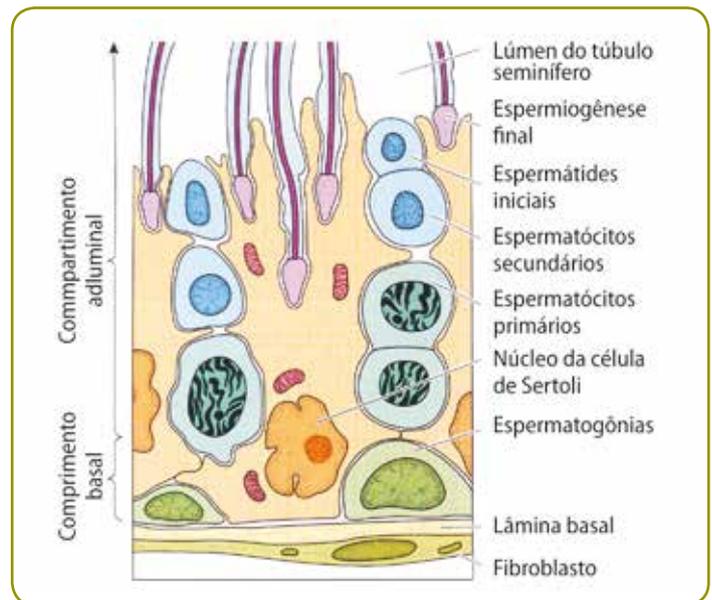


Figura 14.6 - Esquema do epitélio seminífero. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 298)

14.4 Células de Sertoli

O processo de espermatogênese é auxiliado pelas células de Sertoli. As células de Sertoli (**ou de sustentação**) apresentam formato irregular e alongado. Estão apoiadas sobre a membrana basal do túbulo seminífero e seu citoplasma estende-se até a luz do túbulo. O citoplasma das células de Sertoli é extenso e se

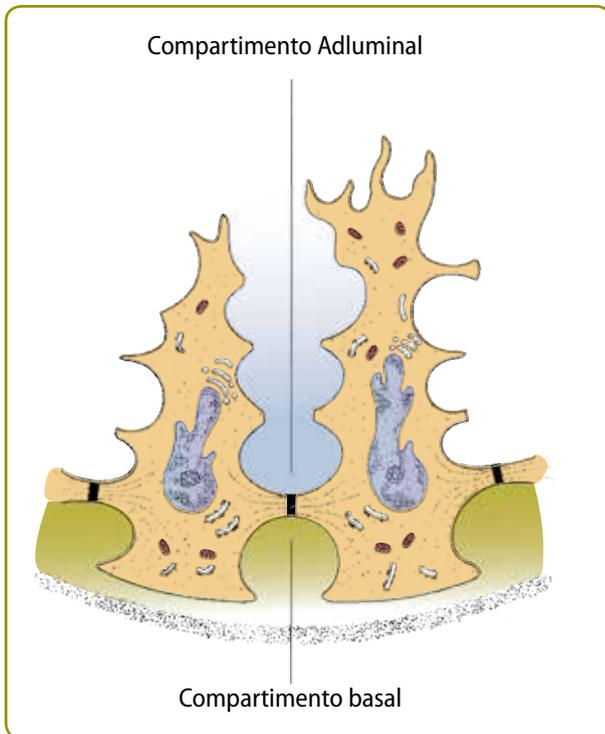


Figura 14.7 - Esquema das células de Sertoli situadas da base do túbulo até a luz mostrando os compartimentos: basal e adluminal. (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 361)

ramifica por todo o epitélio germinativo, envolvendo e sustentando todas as células da série espermatogênica. O núcleo está situado, geralmente, próximo da membrana basal do túbulo seminífero, apresentando forma tipicamente triangular ou ovóide (orientado em ângulo reto com a membrana basal), núcleo claro e nucléolo evidente (Figuras 14.6 e 14.7).

As células de Sertoli estão unidas por complexos juncionais contendo extensas junções oclusivas. O complexo juncional localiza-se próximo da camada basal do epitélio espermatogênico, de modo que o túbulo fica dividido em dois compartimentos: (1) **basal**, onde se localizam as espermatogônias e (2) **adluminal**, onde os estágios mais avançados da espermatogênese ficam protegidos de moléculas estranhas trazidas pelo sangue, pela **barreira hematotesticular** (Figuras 14.6 e 14.7). Além dessa função, as **células de Sertoli** desempenham

outras três: (1) fornecem **suporte e controlam a nutrição dos espermatozoides** em formação através da regulação da passagem dos nutrientes trazidos pelo sangue. (2) Graças aos lisossomos no interior do seu citoplasma, são **fagocitados e digeridos os restos de citoplasma** que se desprendem das espermátides. (3) As células de Sertoli, estimuladas pelo hormônio folículo estimulante (FSH) da adeno-hipófise, secretam uma secreção rica em uma proteína específica que se liga com avidéz à testosterona, aumentando a concentração desse hormônio no túbulo seminífero, onde ele é necessário para a espermatogênese. A secreção de FSH pela adeno-hipófise é deprimida por uma proteína chamada **inibina**, secretada pela própria célula de Sertoli.

Além das junções oclusivas, as células de Sertoli também apresentam junções comunicantes, que possibilitam a transferência de íons e moléculas entre elas.

14.5 Células intersticiais (de Leydig)

As células intersticiais de Leydig são encontradas no tecido conjuntivo de sustentação entre os túbulos seminíferos (Figura 14.8). São responsáveis pela síntese e secreção do hormônio sexual masculino: a testosterona – hormônio essencial para a função contínua de desenvolvimento do epitélio seminífero. As células intersticiais de Leydig podem ocorrer isoladas ou em pequenos grupos, apresentando núcleo redondo e cromatina dispersa, com um ou dois nucléolos aparentes na periferia. O citoplasma abundante mostra-se **eosinófilo** e contém vários vacúolos lipídicos. A atividade secretora das células de Leydig é controlada pelo hormônio gonadotrófico hipofisário, o hormônio luteinizante (LH).

- **Eosinófilo**
- *O citoplasma eosinófilo é*
- *rosado devido à coloração*
- *intensa dada pela eosina, que*
- *é um corante ácido.*

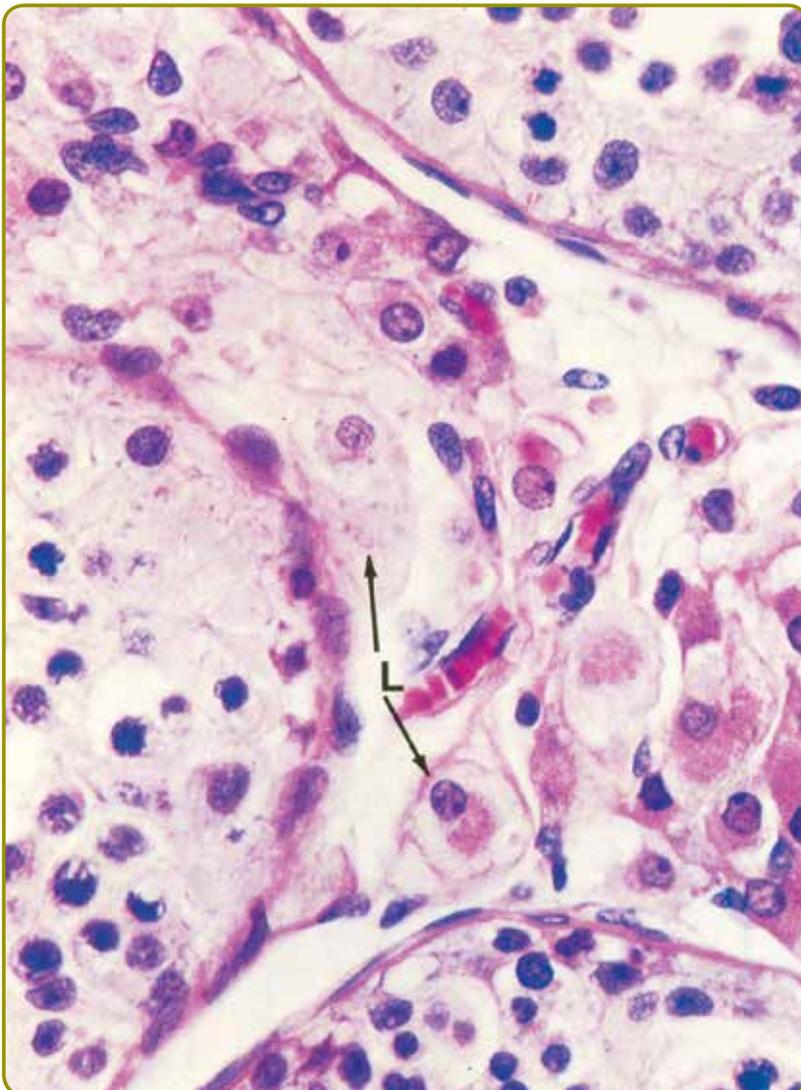


Figura 14.8 - Túbulos seminíferos. Células intersticiais (de Leydig) do testículo [L]; vaso sanguíneo [setas]. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 330)

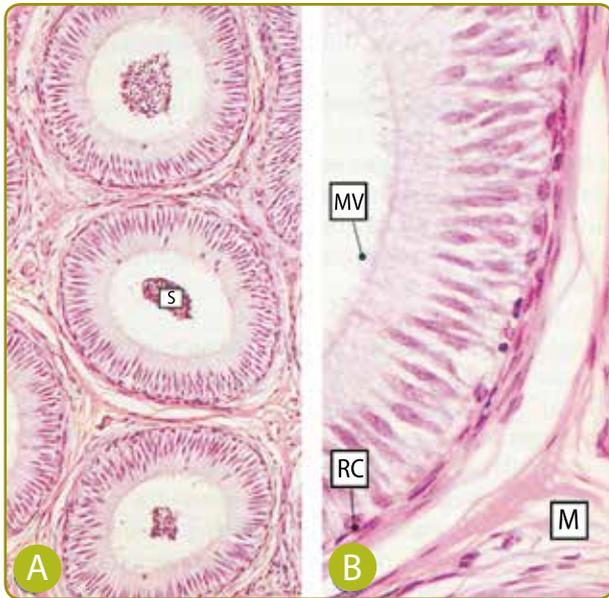


Figura 14.9 - (A) e (B) Fotomicrografia de ducto epididimário; a) Espermatozoides [S]; b) Micrografia mostrando um ducto em maior aumento: microvilos [MV], células basais [RC] e fibras musculares [M]. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 318)

14.6 Epidídimo

Também chamado de ducto epididimário é um ducto longo e altamente contorcido, com cerca de 5 m de comprimento, que se estende pela face posterior do testículo até o pólo inferior, onde se continua como ducto deferente. Esse ducto, inserido em um estroma de tecido conjuntivo de sustentação, está envolto por uma cápsula de tecido denso fibrocolagenoso (Figuras 14.1 e 14.2). A principal **função do epidídimo** é o **acúmulo, armazenamento e maturação dos espermatozoides**, que nesse local adquirem **motilidade** (Figuras 14.9 A e B). O **epidídimo** tem a parede **formada por músculo liso** e é revestido internamente por **epitélio pseudo-estratificado**. As células principais do epitélio possuem tufo de microvilosidades muito longas, impropriamente chamados de estereocílios. Essas estruturas parecem estar envolvidas na absorção do excesso de líquidos, que acompanha os espermatozoides provenientes do testículo.

A contração rítmica da musculatura lisa da parede desloca delicadamente os espermatozoides em direção ao ducto deferente.

As contrações rítmicas da musculatura lisa da parede desloca delicadamente os espermatozoides em direção ao ducto deferente.

14.7 Glândulas acessórias

As glândulas acessórias são: as (1) **vesículas seminais**, a (2) **próstata** e as (3) **glândulas bulbouretrais**.

14.7.1 Vesículas seminais

São **em número de duas** e **secretam** cerca de metade do volume de **sêmen**, sendo o restante secretado pela próstata. A **luz** de cada vesícula seminal é altamente **irregular, revestida por um epitélio que geralmente é pseudo-estratificado** (ou prismático simples). Suas **células secretoras produzem um líquido alcalino viscoso**

amarelado, que faz parte do sêmen, e contém frutose, fibrinogênio, vitamina C e prostaglandinas (Figuras 14.10 A e B). A parede é formada por **duas camadas de músculo liso**, cuja contração libera as secreções das vesículas seminais.

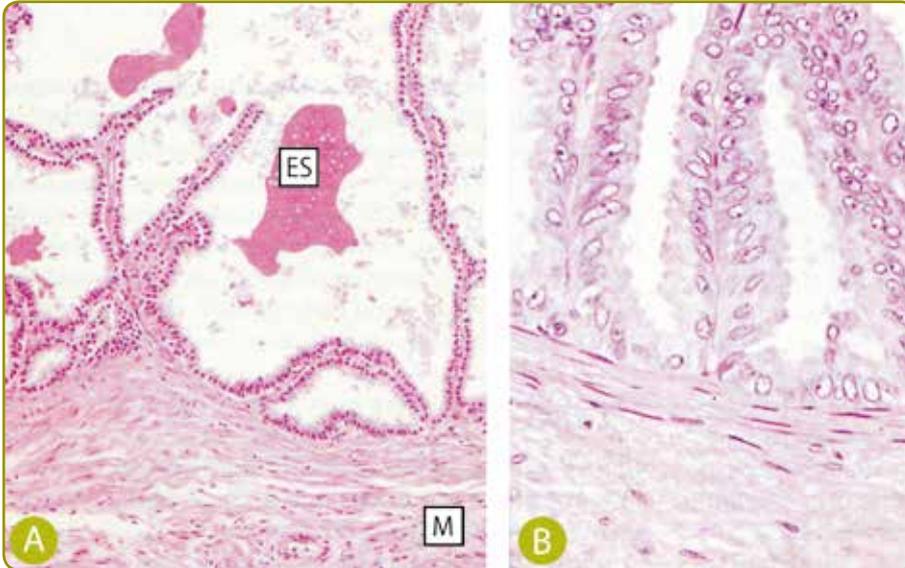


Figura 14.10 - (A) e (B) Fotomicrografia de vesícula seminal. a) Note a mucosa pregueada, a secreção prostática [ES] e as fibras musculares circundantes [M]. b) Observe epitélio colunar secretor em grande aumento. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 320)

14.7.2 Próstata

É uma grande glândula, composta por **várias glândulas secretoras** que se abrem na uretra (Figuras 14.11 e 14.12). Essas glândulas prostáticas estão mergulhadas no interior de um **estroma de sustentação** com **fibroblastos, colágeno e músculo liso**. O tecido glandular prostático consiste **em três grupos distintos de glândulas** dispostas concentricamente ao redor da uretra: (1) as **glândulas prostáticas principais** é o grupo de glândulas, **mais externas e mais numerosas** e constitui o maior volume do órgão; (2) as **glândulas submucosas** são formadas por um grupo de glândulas menores que a anterior, localizadas na porção

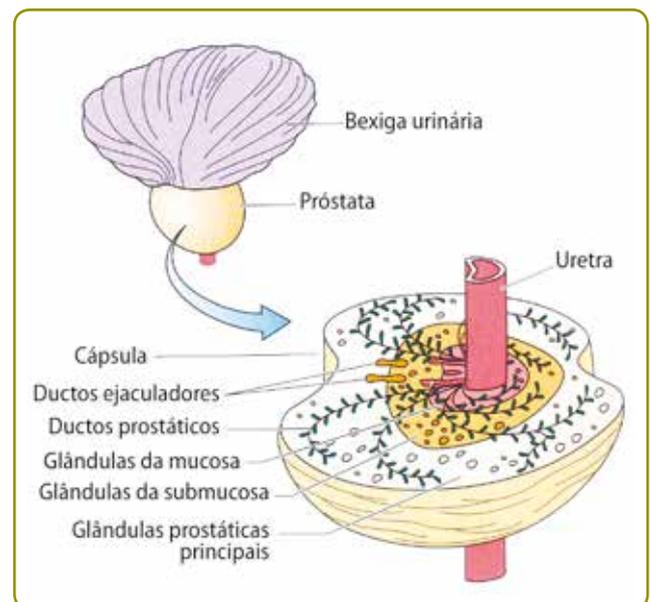


Figura 14.11 - Esquema geral da próstata. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 511)

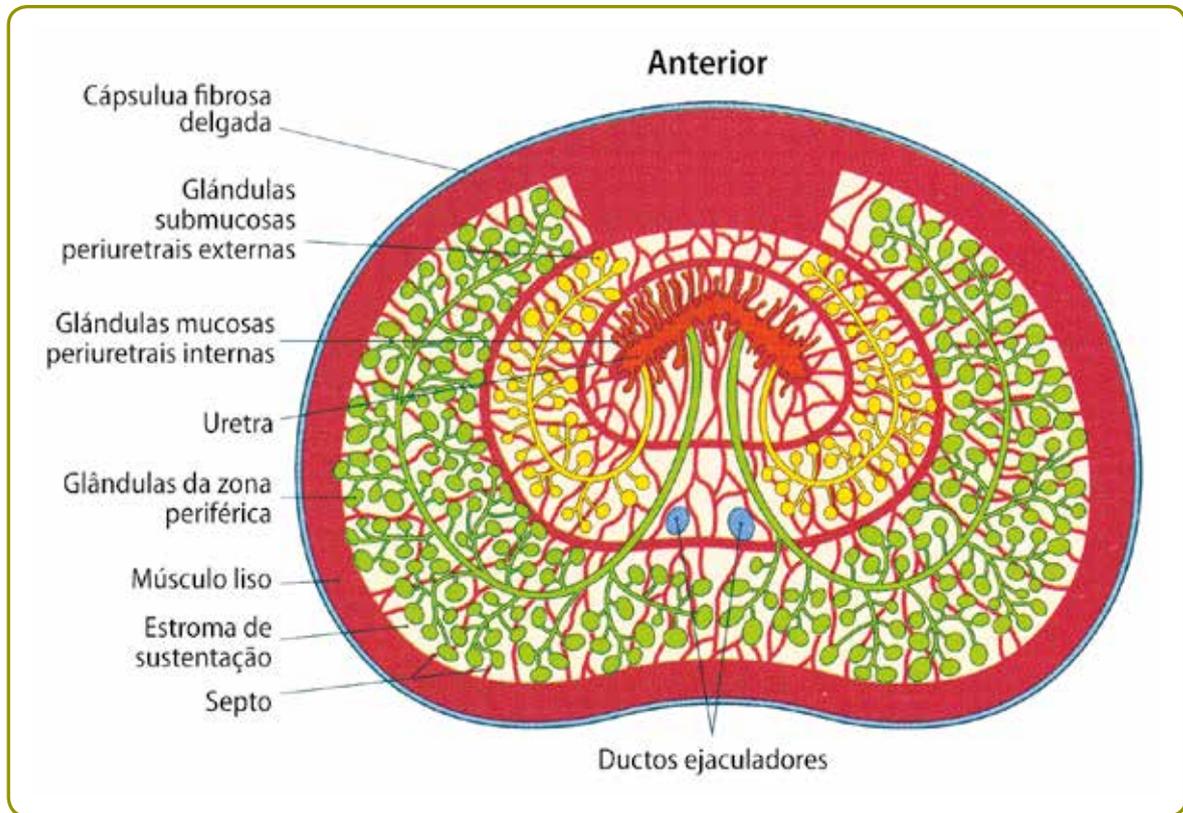


Figura 14.12 - Esquema da próstata e a disposição das glândulas. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 321)

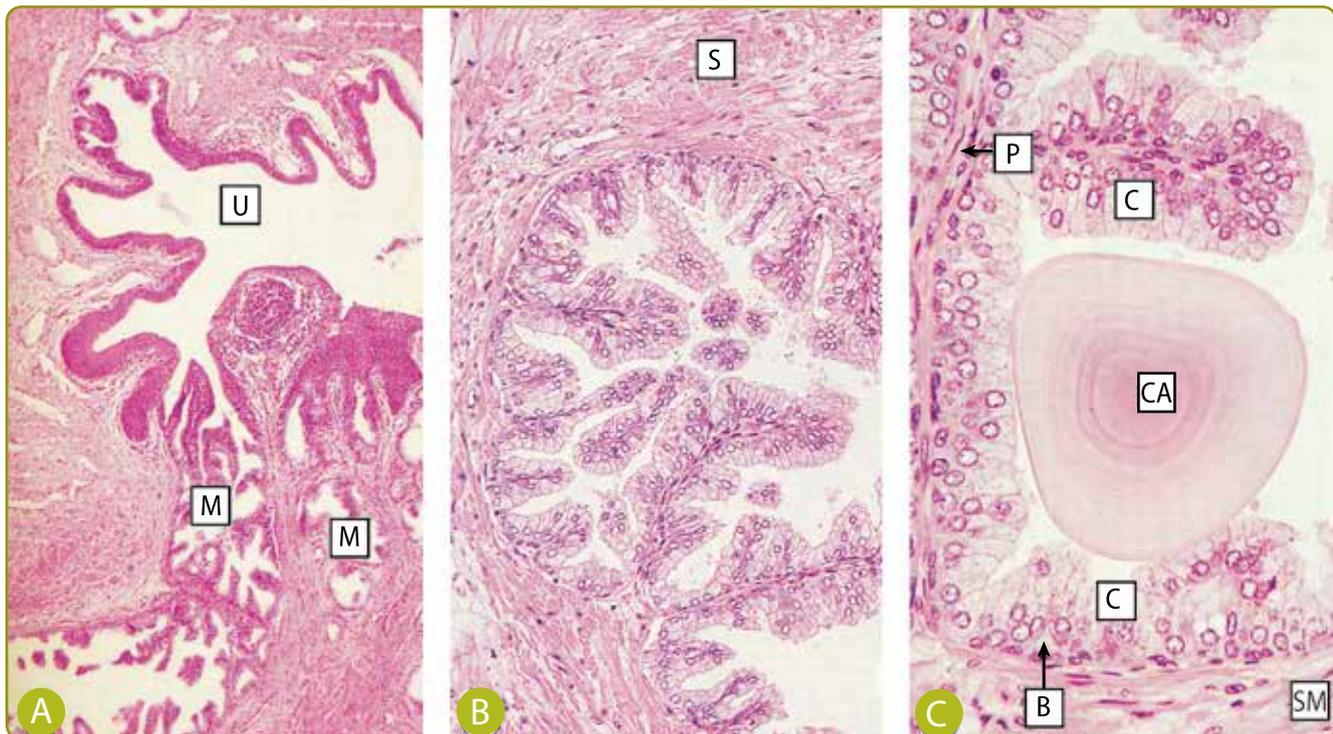


Figura 14.13 - (A), (B) e (C) Glândulas Prostáticas. A) Glândulas mucosas prostáticas [M] e Uretra [U]. B) Note o pregueamento da mucosa. Estroma fibrocolagenoso [S]. C) Observe no centro da Figura um corpo amiláceo [CA]; Células cilíndricas [C]; Camada periglandular de fibras musculares lisas [SM]; Tecido conjuntivo [P]; Células basais [B]. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 321)

mediana; (3) as **glândulas mucosas** são pequenas, localizadas mais internamente e abrem-se diretamente na uretra, onde liberam seu produto de secreção (Figura 14.12).

Com a idade, as **glândulas mucosas e submucosas** e seu tecido de sustentação tendem a ficarem muito aumentadas levando à condição de **hiperplasia prostática benigna**.

É o distúrbio mais comum da próstata que ocorre em homens idosos. Nas **glândulas prostáticas principais** tem origem o **câncer prostático**.

O **epitélio** de revestimento da glândula prostática é composto por células colunares altas (Figuras 14.13 B e C), cuja secreção é fina e leitosa, e constitui cerca de 50% do volume do líquido seminal. A manutenção do padrão de integridade estrutural e funcional do epitélio secretor depende de níveis adequados de testosterona. Por exemplo, da meia idade em diante, o epitélio alto secretor pode se converter em um epitélio cúbico ou até pavimentoso, com perda ou diminuição da atividade secretora.

14.7.3 Glândulas bulbouretrais

São **formações pares**, possuem aproximadamente 5 mm de diâmetro (do tamanho de uma ervilha), e estão **situadas atrás da uretra membranosa**, onde desembocam (Figura 14.1). São glândulas revestidas por um epitélio alto, secretor de **muco fluido e aquoso** contendo açúcares abundantes. Esse fluido **precede o sêmen** espesso ao longo da uretra peniana e **pode ter função lubrificante**. É comum a presença de espermatozoides nesse fluido.

Resumo

O Sistema reprodutor masculino é **responsável por: produzir**, nutrir e armazenar os **espermatozoides**; produzir **líquido seminal** e introduzir a suspensão contendo espermatozoide (sêmen) no trato genital feminino; produzir **testosterona**.

O **sistema reprodutor masculino** pode ser dividido em três importantes **componentes funcionais**: 1 – Os **testículos** ou gônadas

Hiperplasia prostática benigna pode causar obstrução do fluxo urinário pela compressão da uretra.

masculinas, responsáveis pela produção de espermatozoides e testosterona. 2 – **Um sistema par de ductos**, cada um consistindo por **dúctulos eferentes, epidídimo, ducto deferente e ducto ejaculatório**. 3 – Três tipos de **glândulas exócrinas**: (A) uma **glândula prostática única**, (B) um **par de vesículas seminais** e um par de pequenas glândulas acessórias (C) as **glândulas bulbouretrais**.

No interior dos túbulos seminíferos encontramos as células de Sertoli e as células da linhagem espermatogênica. Essas são: as espermatogônias, os espermátócitos I, os espermátócitos II e as espermátides. Modificações complexas das espermátides resultam na formação dos espermatozoides, processo conhecido como espermiogênese. O hormônio testosterona é produzido pelas células intersticiais testiculares.

Referências

BURKITT, H. George; WHEATER, Paul R.; YOUNG, Barbara; HEATH, John W. **Histologia funcional**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 409p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Atlas de histologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 322p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de Histologia em Cores**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 426p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de histologia em cores**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 576p.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 33+427p.

STEVENS, Alan; LOWE, James. **Histologia humana**. 2. ed. São Paulo : Manole, 2002. 408p.

Sistema reprodutor feminino

Neste capítulo entenderemos como está organizado, microscopicamente, o sistema reprodutor feminino, em relação às funções desempenhadas por cada componente do sistema. Conheceremos também o processo de formação do gameta feminino.

O sistema reprodutor feminino, assim como o sistema reprodutor masculino, é responsável pela produção do gameta feminino, na perpetuação da vida.

Mas tem ainda a função de alojar e abrigar o embrião em desenvolvimento, em seu interior. Depois do nascimento, o organismo materno ainda produz leite para o suporte inicial da vida que gerou.

Assim, um pouco mais complexo que o sistema reprodutor masculino, o organismo feminino sofre uma série de variações no seu sistema reprodutivo, ao longa da vida reprodutiva. Sim, no organismo feminino temos um tempo limitado de produção de gametas e de hormônios, que acontecem nos ovários. A mulher tem um tempo de vida fértil, que se inicia com a menarca, na adolescência, e finaliza com instalação da menopausa. Cuidados da mãe natureza, a idade da mãe fica limitada para a reprodução, naturalmente, uma vez que o organismo materno vai abrigar o filhote em desenvolvimento no interior do seu útero. E, as adaptações no organismo materno para o desenvolvimento de uma nova vida pode trazer riscos à vida da mãe, quando isto ocorre em idade mais avançada.

Vejamos agora as principais funções do sistema reprodutor:

1. Produção do gameta feminino, o ovócito II.
2. Produção dos hormônios femininos, estrógeno e progesterona.
3. Recepção do gameta masculino, o espermatozoide.
4. Fornecimento de ambiente adequado para a fertilização do(s) ovócito(s) pelos espermatozoides, fenômeno que ocorre nas tubas uterinas.

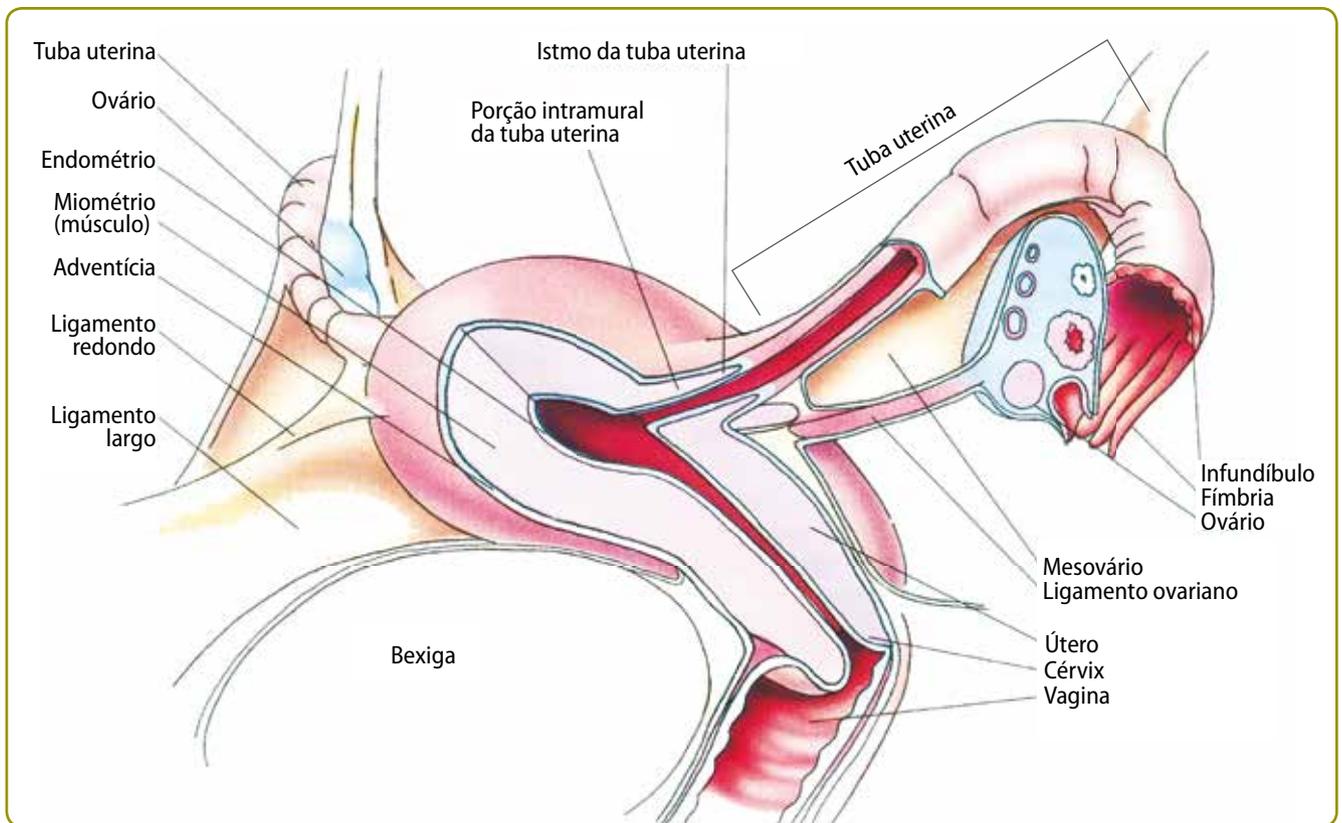


Figura 15.1 - Esquema geral do sistema reprodutor feminino. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 470)

5. Fornecimento de ambiente físico e suporte hormonal para o desenvolvimento do feto, que se aloja no útero.

Na Figura 15.1 podemos observar um esquema geral do sistema reprodutor feminino.

O sistema reprodutor feminino é formado por dois ovários, duas tubas uterinas, o útero, a vagina e a genitália externa. A estrutura do sistema reprodutor feminino humano altera-se muito desde a infância até a maturidade reprodutiva, e mais tarde na menopausa, tudo ocorrendo sob ação dos hormônios femininos. Entre o início das atividades hormonais, quando ocorre a primeira menstruação (menarca) e a última menstruação (menopausa), temos o período reprodutivo. Nesse período, a mulher ovula em intervalos regulares, aproximadamente a cada 28 dias. Esse tempo pode variar de mulher para mulher e de ciclo para ciclo, durante toda a vida reprodutiva. O processo é interrompido apenas pela gestação ou por terapia hormonal, como no uso de anticoncepcionais à base de hormônios (estrógenos e/ou progesterona).

15.1 Ovários

Os ovários de todos os mamíferos possuem uma estrutura básica semelhante. Entretanto, sua aparência geral varia consideravelmente de acordo com diferenças entre as espécies, no que diz respeito ao padrão do ciclo ovariano e ao estado do ciclo em que o ovário é examinado. Em número de dois, na espécie humana, o ovário têm a **forma de amêndoa**, apresentando uma **região medular** (central) contendo numerosos vasos sanguíneos, tecido conjuntivo frouxo e uma **região cortical** (periférica). A região cortical é onde predominam os **folículos ovarianos**, contendo em seu interior os ovócitos, mergulhados num **estroma de sustentação**. O estroma é formado por células fusiformes semelhantes a fibroblastos (que respondem aos hormônios femininos), fibras colágenas e substância fundamental. Não há limite preciso entre as duas regiões do ovário. O **hilo** ovariano é a rota de entrada e saída dos vasos sanguíneos, linfáticos e nervos, sendo contínuo com a região central do ovário, a medula (veja a Figura 15.2). A superfície do ovário é revestida por uma única camada de epitélio cúbico, mas que comumente se achata com o aumento da idade e quando o ovário está aumentado. Logo abaixo desse epitélio, o estroma forma uma camada de tecido conjuntivo denso, sem vasos, a **albugínea** do ovário, responsável pela cor esbranquiçada da superfície ovariana.

Folículo ovariano

Contém em seu interior o ovócito que está envolto por células foliculares, também chamadas de granulosa.

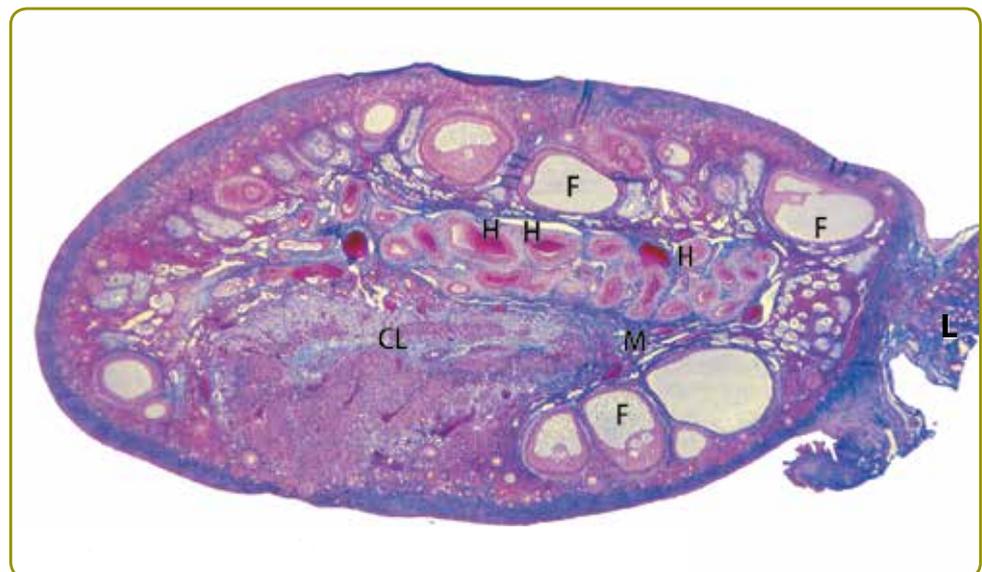


Figura 15.2 - Fotomicrografia geral do ovário. Medula [M]; Folículos ovarianos [F]; Corpo lúteo [CL]; Artérias [H]; Ligamento largo [L]. (BURKITT, 1994, p. 337)

15.1.1 A maturação dos folículos primordiais no ovário

O número de folículos ovarianos no ovário e seu aspecto variam com a idade. **Ao nascer cada ovário contém** em seu córtex, numerosos **folículos primordiais** inseridos no estroma cortical ovariano. Muitos destes folículos vão persistir no córtex ao longo de todo o período de maturidade sexual. Os **folículos primordiais são formados por** uma única camada de **células achatadas**, denominadas **células da granulosa ou foliculares**, dispostas ao redor de um **ovócito primário que se originou das ovogônias** durante o desenvolvimento embrionário do ovário (Figuras 15.3 A e B).

Durante o período reprodutivo, a hipófise produz e libera dois hormônios gonadotróficos: (1) o hormônio folículo estimulante (FSH) que **estimula o crescimento e amadurecimento** dos folículos ovarianos e (2) o hormônio luteinizante (LH), que promove a **ovulação**.

Os ovários produzem o gameta feminino e hormônios femininos, sob ação dos hormônios gonadotróficos da hipófise, FSH e LH, desde a puberdade até a menopausa.

Os **folículos ovarianos** passam por quatro **estágios de desenvolvimento**, e são chamados de: **folículo primordial**, **folículo primário**, **folículo secundário** e **folículo maduro** (ou folículo terciário).

Na puberdade, alguns **folículos primordiais** desenvolvem-se para produzir os **folículos primários**. O **folículo primordial** (Figuras 15.3 A e B) sofre algumas mudanças: ocorre um aumento do tamanho do ovócito e também das células da granulosa ao redor, as quais se tornam cúbicas ou colunares, passando para um estágio no qual a estrutura é denominada **folículo primário unilaminar** (Figuras 15.4 e 15.5 A e B).

No **folículo primário unilaminar** (Figuras 15.4 e 15.5 A e B) as células da granulosa se dividem produzindo um envoltório com várias camadas ao redor do ovócito que continua crescendo. Nessa

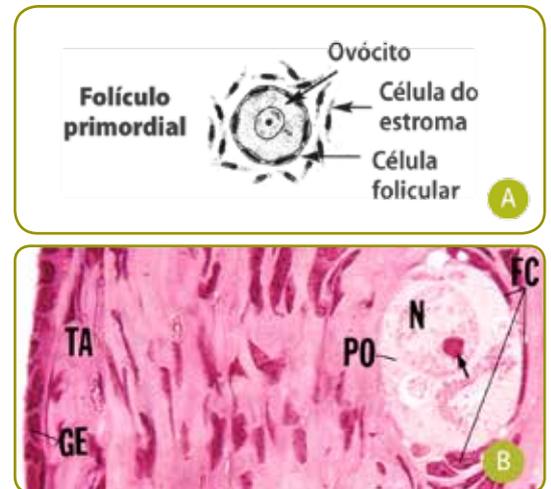


Figura 15.3 - Folículo primordial. (A) Desenho esquemático. (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 369); (B) Fotomicrografia do folículo primordial. Ovócito primário [PO]; Células granulosas achatadas [FC]; Túnica Albugínea [TA]; Epitélio Germinativo [GE]. (GARTNER; HIATT, 1993, p. 259)

- **Ovulação**
- Consiste no rompimento do folículo ovariano e liberação do ovócito maduro do ovário.

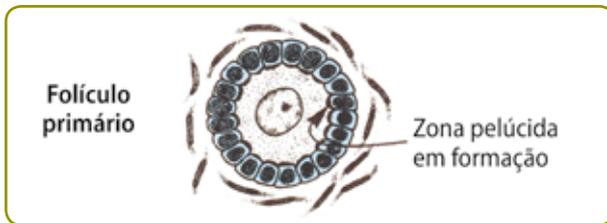


Figura 15.4 - Desenho esquemático do folículo primário unilaminar. (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 369)

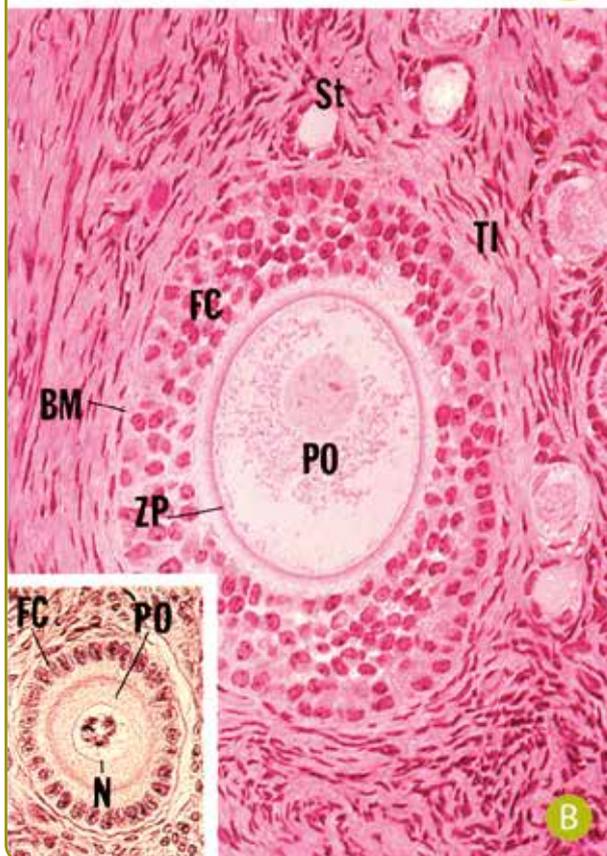
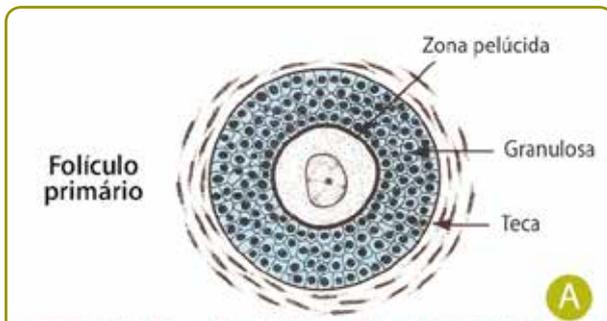


Figura 15.5 - (A) Esquema do folículo primário multilaminar (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 369). (B) Fotomicrografia do folículo. Ovócito [PO], repare no núcleo claro com o nucléolo evidente; Células granulosas [FC] formando várias camadas; Zona pelúcida [ZP]; Membrana Basal [BM]; Teca Interna [TI]. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 1993, p. 259)

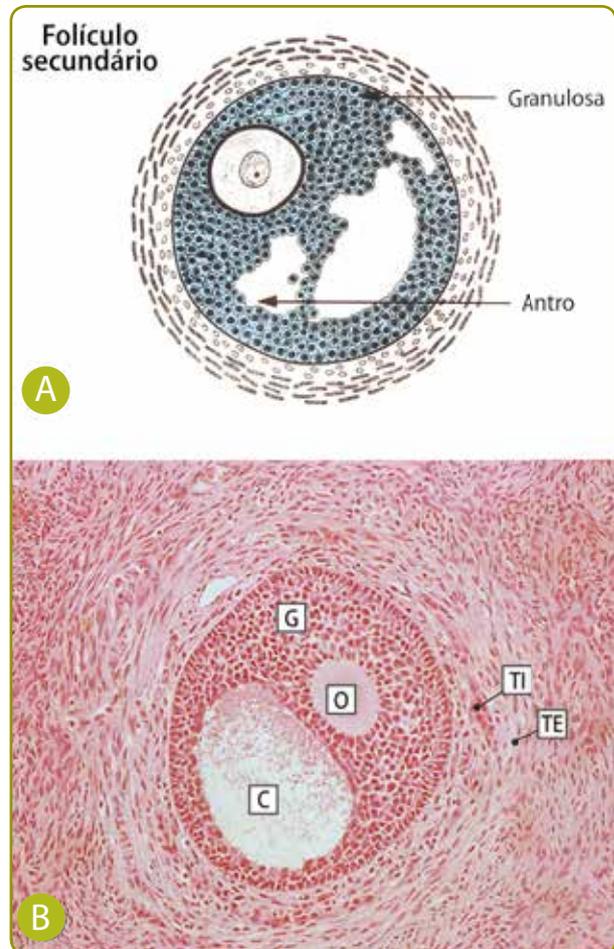


Figura 15.6 - (A) Esquema do folículo secundário (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 369). (B) Fotomicrografia do folículo secundário. Repare no aparecimento de uma cavidade [C] cheia de líquido no interior do folículo. Ovócito [O]; Células granulosas [G] formando várias camadas; As células do estroma ao redor do folículo estão formando a teca interna [TI] e a uma camada mais externa a teca externa [TE]. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 341)

fase, uma lâmina de material glicoproteico de natureza eosinófila (PAS-positivo), chamada de **zona pelúcida** (Figura 15.5) torna-se evidente entre as células da granulosa e o ovócito. Esse folículo é conhecido como **folículo primário multilaminar** (Figuras 15.5 A e B). Ao redor dessa estrutura, as **células do estroma** ovariano se arranjam em camadas concêntricas formando outra camada celular, mais externa, a **teca**. É nesse estágio que a maioria dos folículos **degeneram** por um processo conhecido como

atresia. Entretanto, a **atresia** pode ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento dos folículos.

Com o crescimento continuado dos folículos, o número de camadas celulares da granulosa aumenta e as células da teca (provenientes das células do estroma) se diferenciam em duas camadas. A camada mais interna é denominada **teca interna**, formada por células com características das células que **produzem hormônios esteroides** e apresenta abundante rede de capilares sanguíneos. A camada externa de células provenientes do estroma, chamada de **teca externa**, é pouco desenvolvida e não possui função secretora. O folículo é denominado agora de **folículo secundário** (Figuras 15.6 A e B).

À medida que o folículo cresce, principalmente pelo aumento do número de células granulosas, surge entre essas células o **líquido folicular**. Pequenas cavidades contendo líquido, confluem e acabam formando uma cavidade única, denominada **antro folicular**. As células da granulosa formam um espessamento em determinado ponto da parede folicular, formando o **cumulus oophorus**, onde está localizado o ovócito. O folículo denomina-se agora **folículo maduro**, ou **terciário**. Com aproximadamente 1,0 cm de diâmetro, ele pode ser visto a olho nu, como uma vesícula transparente, fazendo saliência na superfície do ovário. O ovócito está revestido apenas por uma delgada camada, a zona pelúcida, e células foliculares, que formam a corona radiata, estando pronto para a ovulação (Figuras 15.7 A, B e C).

15.1.2 A ovulação é estimulada pelo hormônio luteinizante – LH

O LH provavelmente promove a maturação final do ovócito e a ruptura do folículo. Antes de deixar o ovário, o ovócito se solta da parede folicular e flutua livremente no líquido folicular. Nessa fase, o ovócito encontra-se circundado por um anel irregular de células da granulosa, que se tornam achatadas, e permanecem aderidas a ele, formando a chamada **corona radiata**.

A **ovulação** ocorre aproximadamente **no meio do ciclo ovariano**, portanto em torno do 14º dia, considerando-se um ciclo de 28 dias, que é o mais frequente.

Considera-se o 1º dia do ciclo ovariano, o dia em que tem início a menstruação ou seus primeiros sinais.

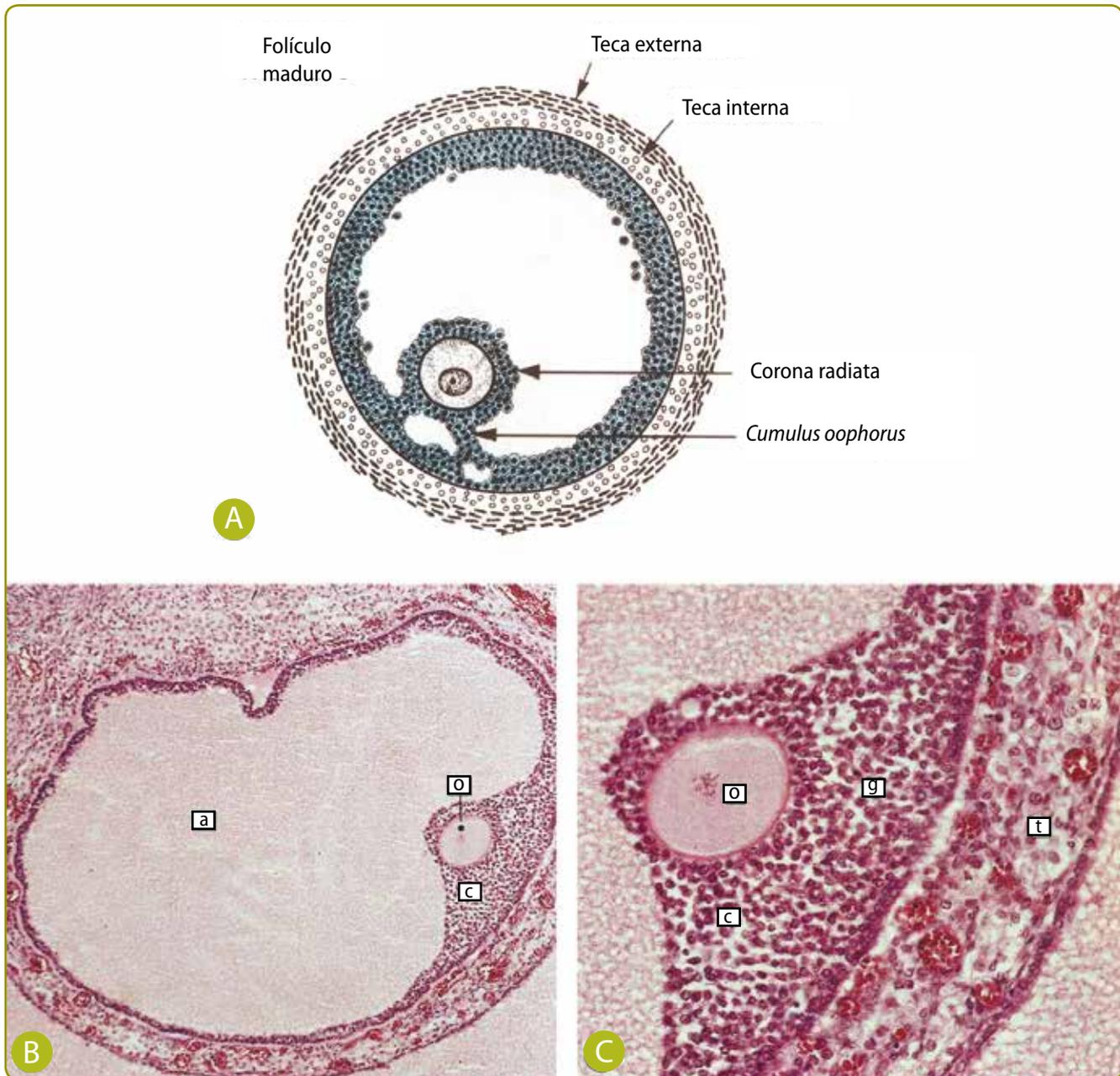


Figura 15.7 - (A) Esquema do Folículo terciário (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 369). (B) e (C) Fotomicrografia do folículo terciário. Em (B), note o antro [A] (ou cavidade) repleto de fluido; Oócito [O] e *Cumulus oophorus* [C]. Em (C) observe as células da granulosa [G], *Cumulus oophorus* [C], Oócito [O] e Teca interna [T] bastante vascularizada. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 342)

O folículo se rompe, sendo que o líquido folicular (sob pressão), juntamente com o ovócito, são lançados para o interior da cavidade peritoneal, onde são recolhidos pela tuba uterina. Normalmente, apenas um ovócito é liberado pelo ovário em cada ciclo, porém algumas vezes dois ou mais podem ser expulsos ao mesmo tempo. No último caso, se ocorrer fertilização de todos os ovócitos, haverá gestação múltipla, com gêmeos fraternos ou não-ídênticos.

15.1.3 O folículo rompido torna-se um corpo lúteo após a ovulação

Depois da ovulação, os resquícios do folículo se alteram, sob a influência da **secreção contínua de LH** pela glândula hipófise. As células da **granulosa** e também **as da teca interna** sofrem alterações e **dão origem** a uma glândula endócrina ovariana temporária, denominada **corpo lúteo** ou corpo amarelo (Figura 15.8). As **células da granulosa** não se dividem após a ovulação, mas aumentam de tamanho e adquirem características de células secretoras de hormônios esteroides, **transformando-se nas células granulosa-luteínicas** (ou luteínicas) e **secretam progesterona**. As **células da teca interna dão origem** às **células teca-luteínicas ou paraluteínicas**, de tamanho menor que as células granulosa-luteínicas, localizadas na parte periférica do corpo amarelo, e que continuam a **secretar estrógenos**, como faziam antes da ovulação.

Quando não ocorre a gravidez, o corpo lúteo tem uma existência de 10 a 14 dias. Após esse período, pela falta do hormônio luteinizante (LH), ele sofre involução sendo chamado de **corpo lúteo menstrual**. Ao redor do 26º dia do ciclo, o corpo lúteo regride, as células secretoras de hormônios são completamente eliminadas, sendo que os níveis de **progesterona e estrógenos caem** drasticamente. Tal fato resulta em um impacto significativo sobre o endométrio uterino, que se desfaz num fenômeno conhecido como menstruação. Ao final da involução do corpo lúteo, resta no ovário uma pequena massa ovoide de tecido colagenoso relativamente acelular (pequena cicatriz), conhecido como **corpo albicans**, que diminui de tamanho com o passar dos anos, mas não desaparece totalmente.

Caso ocorra a fertilização do ovócito, no início da gravidez, as **gonadotrofinas coriônicas** produzidas pelo sinciciotrofoblasto da **placenta**, estimularão e manterão o corpo lúteo. Esse passa a se chamar **corpo lúteo gravídico** e se manterá durante toda a gestação, garantindo a secreção de progesterona.

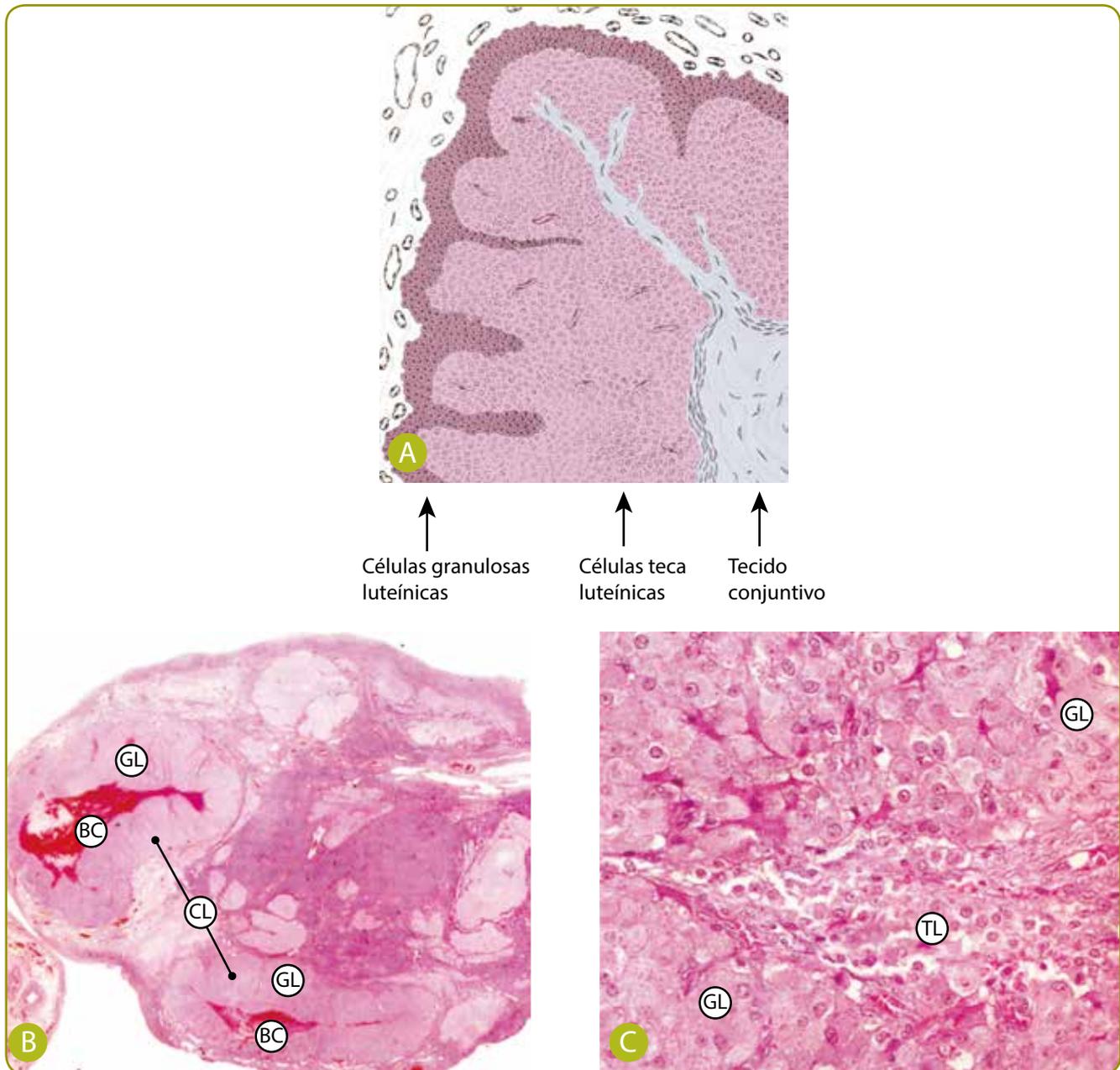


Figura 15.8 - (A) Esquema de um corpo lúteo (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 374); (B) Fotomicrografia geral do ovário mostrando corpo lúteo [CL], células granulosas luteínicas [GL] e Coágulo sanguíneo [BC]; (C) Corpo lúteo em grande aumento, mostrando as células granulosas luteínicas [GL] e células da teca luteínicas [TL]. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 343)

15.2 Tuba uterina

Assim que sai do ovário, o ovócito é recolhido pela tuba uterina onde ocorrerá a fecundação. A tuba uterina é responsável por receber o ovócito e transportá-lo para a luz do corpo do **útero**, caso seja fertilizado.

O tempo de vida do ovócito, após a ovulação, é estimado em aproximadamente 48h, sendo que seu tempo de viabilidade para ser fecundado é cerca de 36 h. O trajeto pela tuba até chegar no útero dura cerca de 5–6 dias. Com o tempo de vida do ovócito restrito a algumas horas, é preciso que o espermatozoide alcance o óvulo, já nos primeiros segmentos da tuba uterina. A tuba uterina tem cerca de 10–12 cm de comprimento, e se estende de uma extremidade aberta dilatada próximo ao ovário, até uma porção estreita que passa através da parede muscular do útero e abre-se na cavidade uterina. **Quatro segmentos tubários** (Figuras 15.9 A, B e C) podem ser reconhecidos: 1 – O **infundíbulo** é a porção mais dilatada da tuba uterina e está circundada por uma orla de fimbrias (franjas); 2 – A **ampola**, localizada medialmente ao infundíbulo, é uma zona de parede delgada onde frequentemente ocorre a fertilização dos óvulos; 3 – O **istmo** é um segmento mais estreito e de parede espessa; 4 – O **segmento intramural**, localiza-se no interior da parede uterina. A tuba uterina é essencialmente um tubo muscular revestido por epitélio especializado, formado por **uma única camada de epitélio cilíndrico de células ciliadas e células secretoras** (Figura 15.10). A secreção, produzida pelas células epiteliais secretoras, é um fluido aquoso semelhante ao soro que tem função nutritiva. As células ciliadas podem ser responsáveis pela movimentação do óvulo através da tuba, embora a **peristalse tubária**, promovida pelas **duas camadas de músculo liso** que compõe a parede tubária (Figura 15.11), provavelmente desempenhe um papel mais importante.

15.2.1 Gestação ectópica

Ocasionalmente, o óvulo fertilizado   retido na luz tubária e se implanta na parede da tuba, produzindo uma **gesta o ectópica tubária**. Esse local   pouco satisfatório para a implanta o e sobrevivência do embrião e a gesta o não tem como progredir.

 tero

A cavidade uterina   recoberta por endométrio.

Peristalse Tubária

Movimento promovido pela contra o da musculatura lisa da parede da tuba, que em condi es normais e ocorrendo   fertiliza o, farão o óvulo fertilizado chegar até o útero.

Gesta o Ectópica

Que ocorre fora do útero.

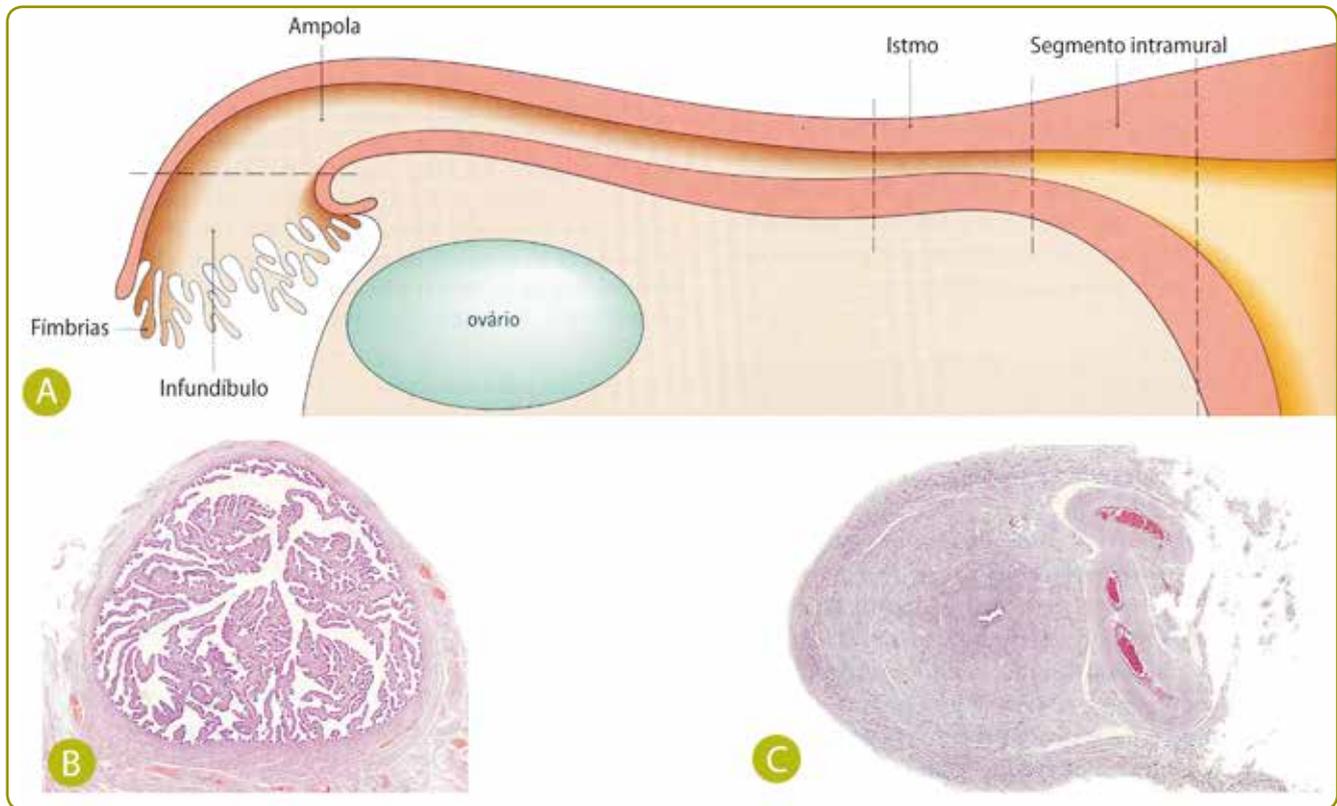


Figura 15.9 - Segmentos da tuba uterina. (A) Esquema geral da tuba uterina. (B) Fotomicrografia em pequeno aumento da região da ampola. Note a luz ampla e mucosa bem desenvolvida em relação à parede muscular. (C) Fotomicrografia em pequeno aumento da região do istmo. Note a espessa camada muscular. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 336)



Figura 15.10 - Fotomicrografia do epitélio da tuba uterina. Note as células cilíndricas apresentando cílios na superfície livre (setas). (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 344)

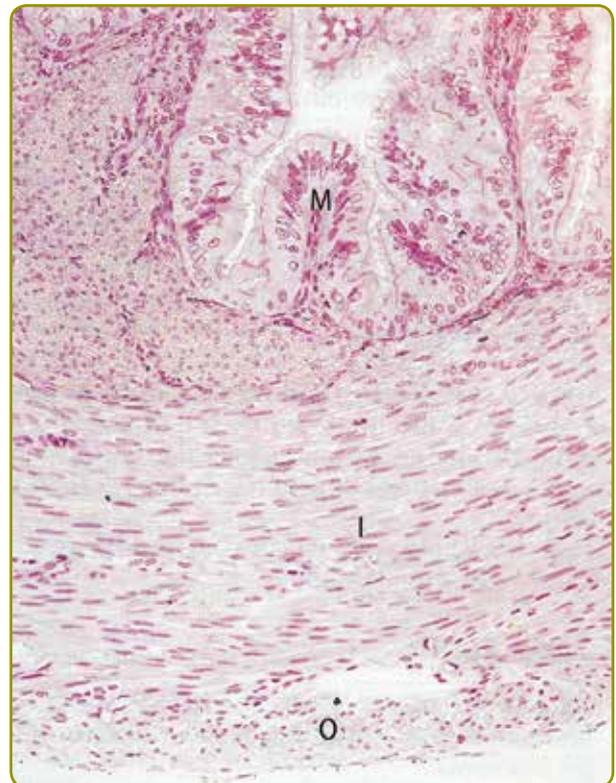


Figura 15.11 - Fotomicrografia da tuba uterina em corte transversal. Mucosa tubária [M]; Camadas musculares lisas, longitudinal externa [O] e circular interna [I]. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 481)

Os tecidos vasculares placentários penetram na delgada parede tubária e frequentemente a perfuram, produzindo sangramento para a luz tubária e para o interior da cavidade peritoneal, o que produz dor abdominal na região baixa.

15.3 Útero

Enquanto no ovário desenvolve-se o ovócito e ocorre a ovulação, sob ação dos hormônios hipofisários (FSH e LH), o útero também sofre modificações cíclicas, sob ação dos hormônios ovarianos (estrógenos e progesterona) para receber e alojar o embrião, caso ocorra a fecundação.

O útero pode ser dividido em três partes: o (1) **fundo** e o (2) **corpo**, que apresentam a mesma estrutura histológica, e a (3) **cérvix** (ou colo uterino), porção que se abre para a vagina e apresenta características próprias (Figura 15.12).

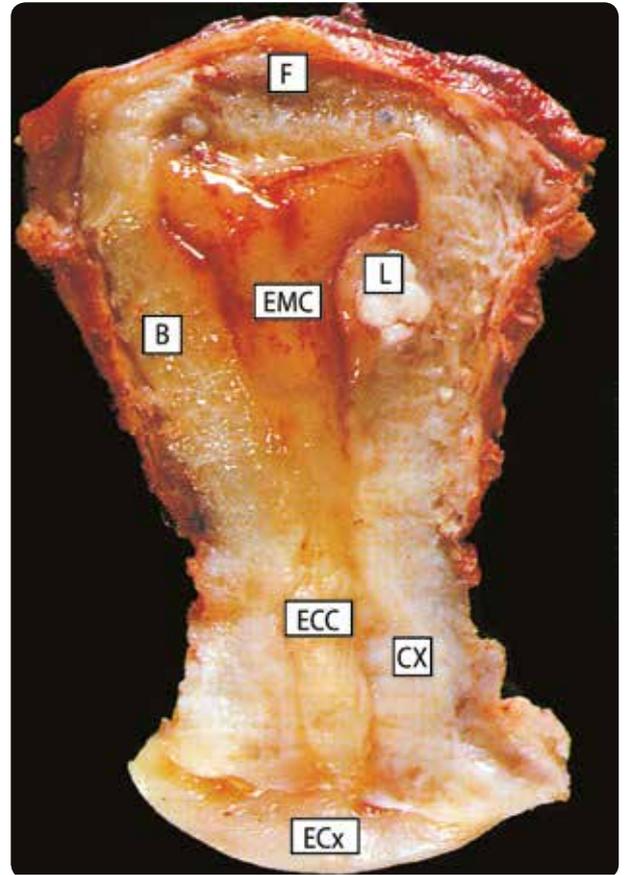


Figura 15.12 - Aspecto geral do útero preservado em formol. Fundo [F]; Corpo [B]; Cérvix [Cx]; Cavidade endometrial [EMC]; Canal endocervical [ECC]; Ectocérvix [ECx]. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 331)

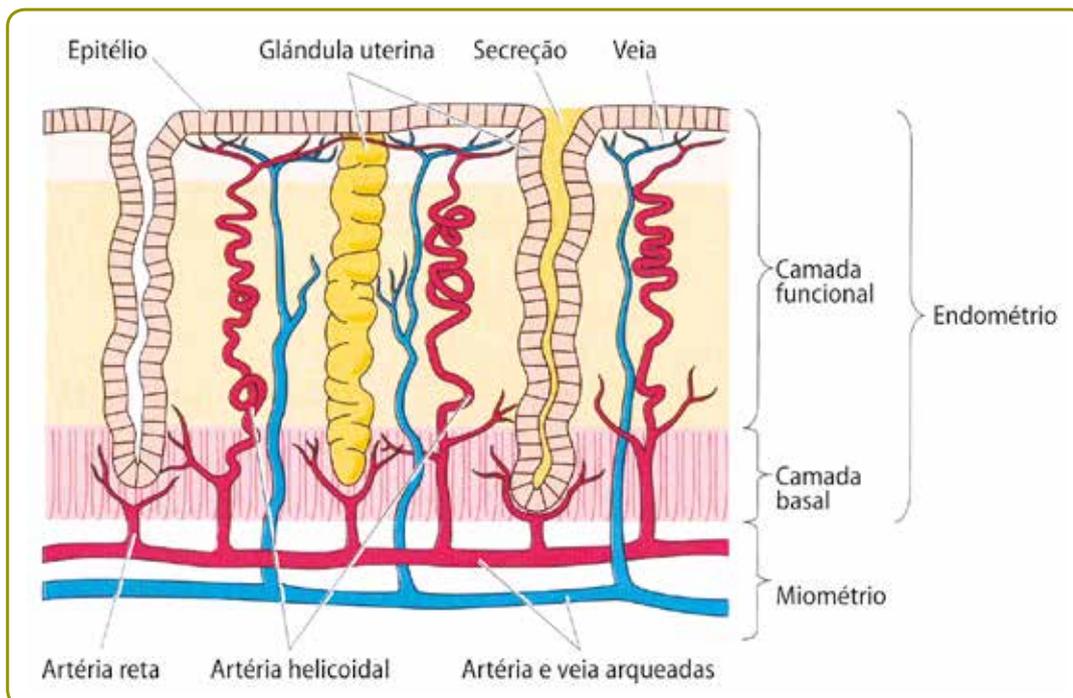


Figura 15.13 - Esquema geral do endométrio e suas camadas. (GARTNER; HIATT, 2007, p. 483)

15.3.1 Fundo e corpo

A **parede uterina** dessas duas porções é formada por três camadas mal definidas de **músculo liso**, que recebem o nome de **miométrio**. O miométrio é sensível a hormônios e sofre tanto **hipertrofia** como **hiperplasia** durante a gestação, retornando progressivamente ao seu tamanho normal (involução) nas semanas depois do parto. Entre os feixes de fibras musculares, existem vasos proeminentes, arteriais e venosos, os quais sofrem acentuada dilatação e espessamento de suas paredes, durante a gestação.

Hipertrofia :
Aumento do tamanho da
fibra muscular. :
Hiperplasia :
Aumento do número de
fibras musculares. :

A mucosa uterina é formada pelo **endométrio**, que é composto de glândulas e estroma de sustentação. Entre o período da menarca e da menopausa, podem ser identificadas no endométrio duas camadas: uma **camada profunda** (basal) em contato com o miométrio e uma **camada mais superficial** (funcional), em contato com a luz ou cavidade uterina.

A **camada funcional do endométrio é sensível aos hormônios** secretados pelos ovários, a cada ciclo ovariano essa camada sofre proliferação, secreção, necrose e descamação (menstruação) conhecidas como ciclo menstrual. Durante o início da gravidez, a permanência do corpo lúteo como glândula endócrina do ovário, secretando principalmente a **progesterona**, **mantém a integridade do endométrio uterino**, e a vida do embrião em desenvolvimento.

15.3.2 Cérvix (colo do útero)

A cérvix uterina é a parte mais baixa do útero. Apresenta uma estrutura normalmente firme e consistente, com uma luz estreita, o **canal endocervical**, com cerca de 1 cm de diâmetro (Figura 15.2).

A parte da cérvix uterina que faz protrusão para a vagina é denominada **ectocérvix**. **Durante o trabalho de parto**, o estroma cervical sofre uma série de modificações complexas, que resultam num aumento na elasticidade do estroma cervical, permitindo que **o canal cervical** sofra uma **dilatação** de aproximadamente 10cm.

O canal endocervical é revestido por uma única camada de epitélio colunar alto, mucossecretor (Figuras 15.14 A e B).

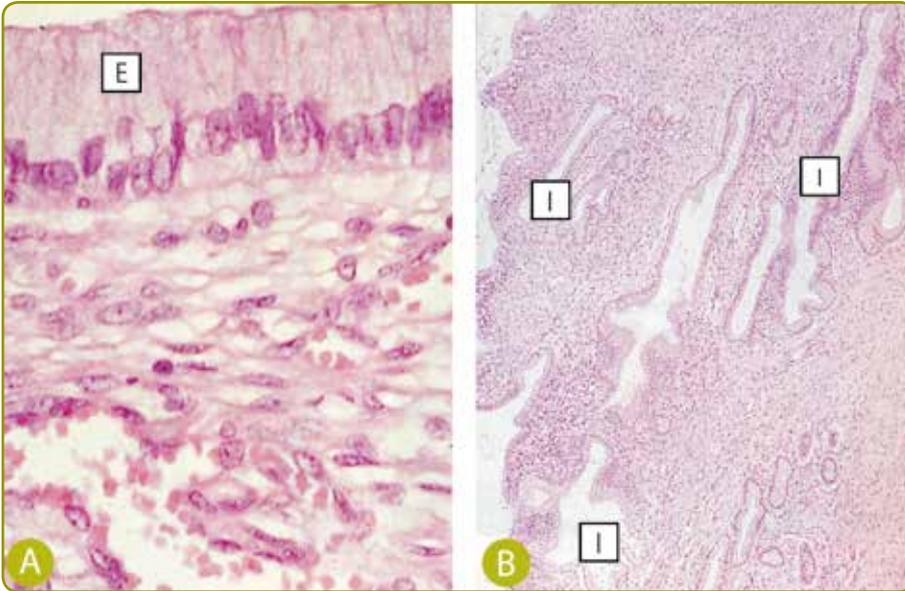


Figura 15.14 - (A) Endocérnix: epitélio de revestimento do canal endocervical [E].
(B) Endocérnix em menor aumento, mostrando invaginações do epitélio mucossecretor [I].
(STEVENS; LOWE, 2002, p. 332)

Numerosas invaginações profundas do epitélio mucossecretor se estendem para o interior do estroma cervical e aumentam muito a superfície de produção de muco. Esse muco, além de contribuir para a lubrificação vaginal durante o intercuro sexual, também atua como barreira protetora, impedindo a ascensão bacteriana pela cavidade uterina. A **ectocérnix** (Figura 15.12) é revestida por um epitélio estratificado pavimentoso, como a vagina, o que proporciona maior proteção aos tecidos, uma vez que o pH do ambiente é ácido. O epitélio colunar do canal endocervical e o epitélio pavimentoso da ectocérnix encontram-se na junção escamo-colunar da cérnix.

A junção escamo-colunar cervical é a mais propensa a **comprometimentos patológicos**, que devem ser monitorados regularmente, por exames médicos e laboratoriais preventivos.

15.4 Mama

A mama está sendo estudada no capítulo de sistema reprodutor feminino, por fazer parte do sistema de manutenção da vida do filhote gerado.

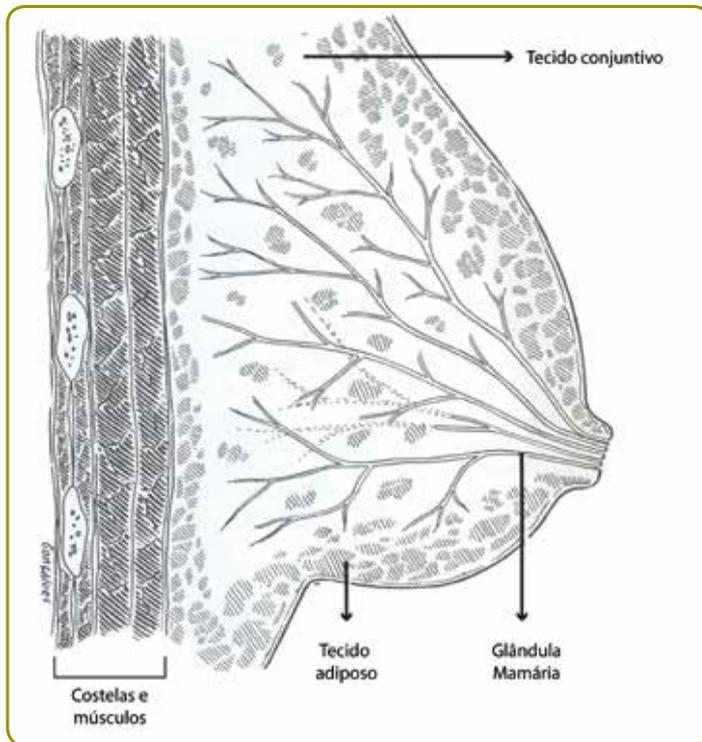


Figura 15.15- Esquema da mama e seus principais componentes. (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 384)

A mama é formada por um tecido conjuntivo propriamente dito e pelo tecido conjuntivo adiposo, cujo volume pode variar dentro das várias espécies animais, ou mesmo dentro da própria espécie, determinando o tamanho da mama. Mas, não é o tecido adiposo que vai determinar a produção de leite.

No interior da mama vamos encontrar a glândula mamária, responsável pela produção de leite. Um sistema de ácinos e ductos permitem a produção e o escoamento do leite para alimentar o filhote. Veja na Figura 15.15 o esquema da mama.

Naturalmente, durante o período de gestação a mama se prepara para a amamentação, cujo sistema de ácinos e ductos se desenvolvem para a produção de leite. Observa nas Figuras 15.16 e 15.17

a transformação da glândula mamária inativa em ativa, respectivamente. O lóbulo mamário (Figuras 15.16 A e B; 15.17 A e B) é o conjunto de ácinos e ductos, mais o conjuntivo frouxo e conjuntivo denso, que sustenta todo o sistema.

15.4.1 Mamilo

A produção de leite é feita pela glândula mamária, escoada pelos ductos mamários, chega até o mamilo. Essa estrutura especializada, o mamilo, permite o acesso do filhote para sugar o leite.

Na Figura 15.18 temos a Figura do mamilo humano. Repare na pele delgada do mamilo, recoberto por uma região de pele mais escura, com mais melanina.

Durante a gestação a produção de melanina aumenta na região do mamilo, deixando-o mais escuro e mais fortalecido, preparando-o para o evento da amamentação.

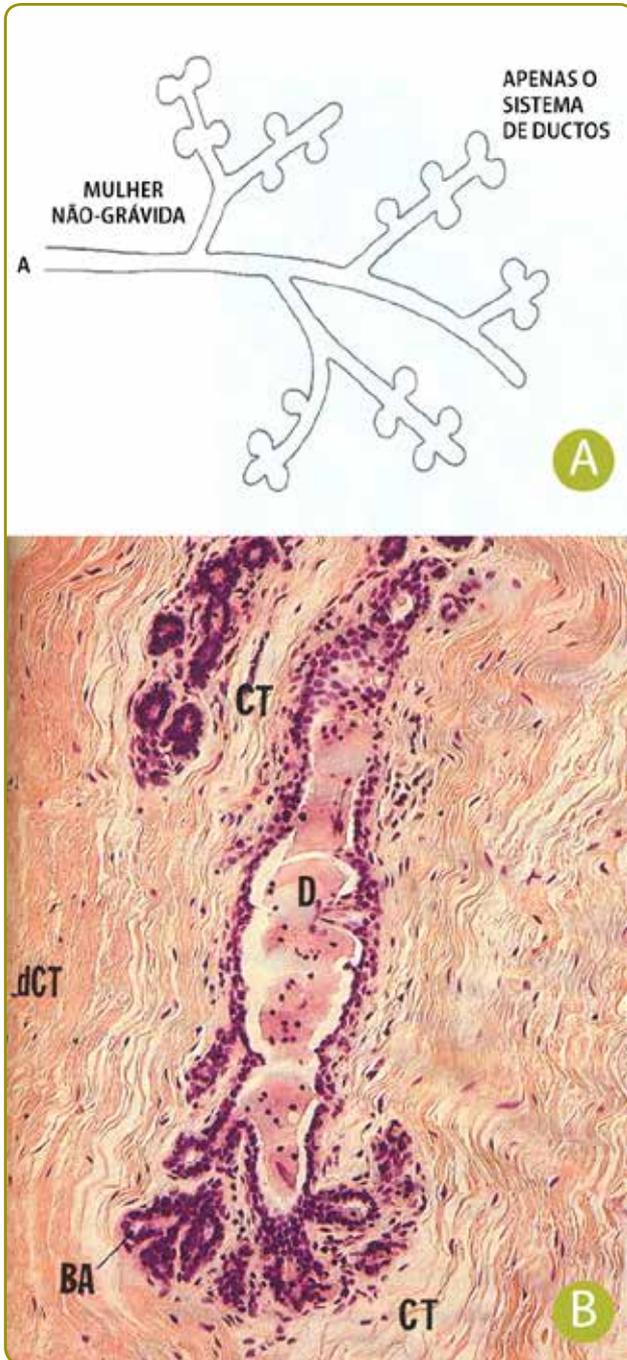


Figura 15.16- (A) Esquema de lóbulo mamário inativo (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 285) (B) Figura da glândula mamária inativa: tecido conjuntivo denso [dCT]; brotamento de alvéolos [BA]; tecido conjuntivo frouxo [CT]; ducto [D]. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 1993, p. 273)

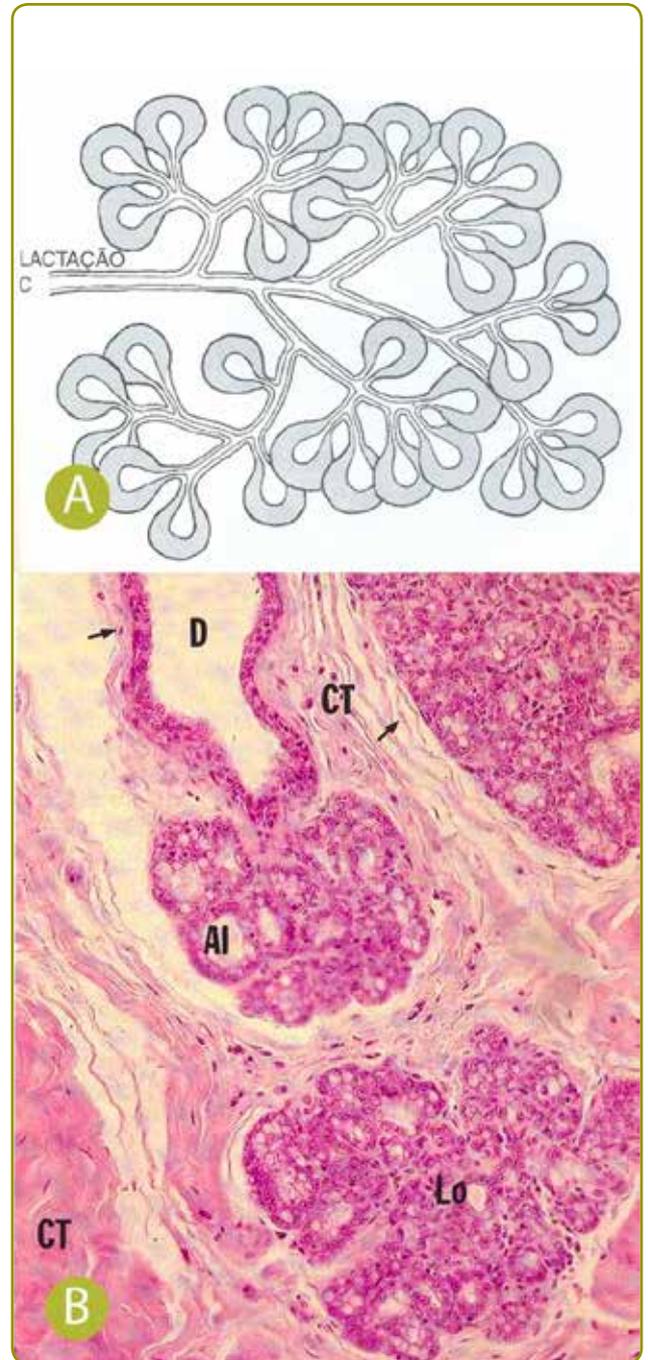
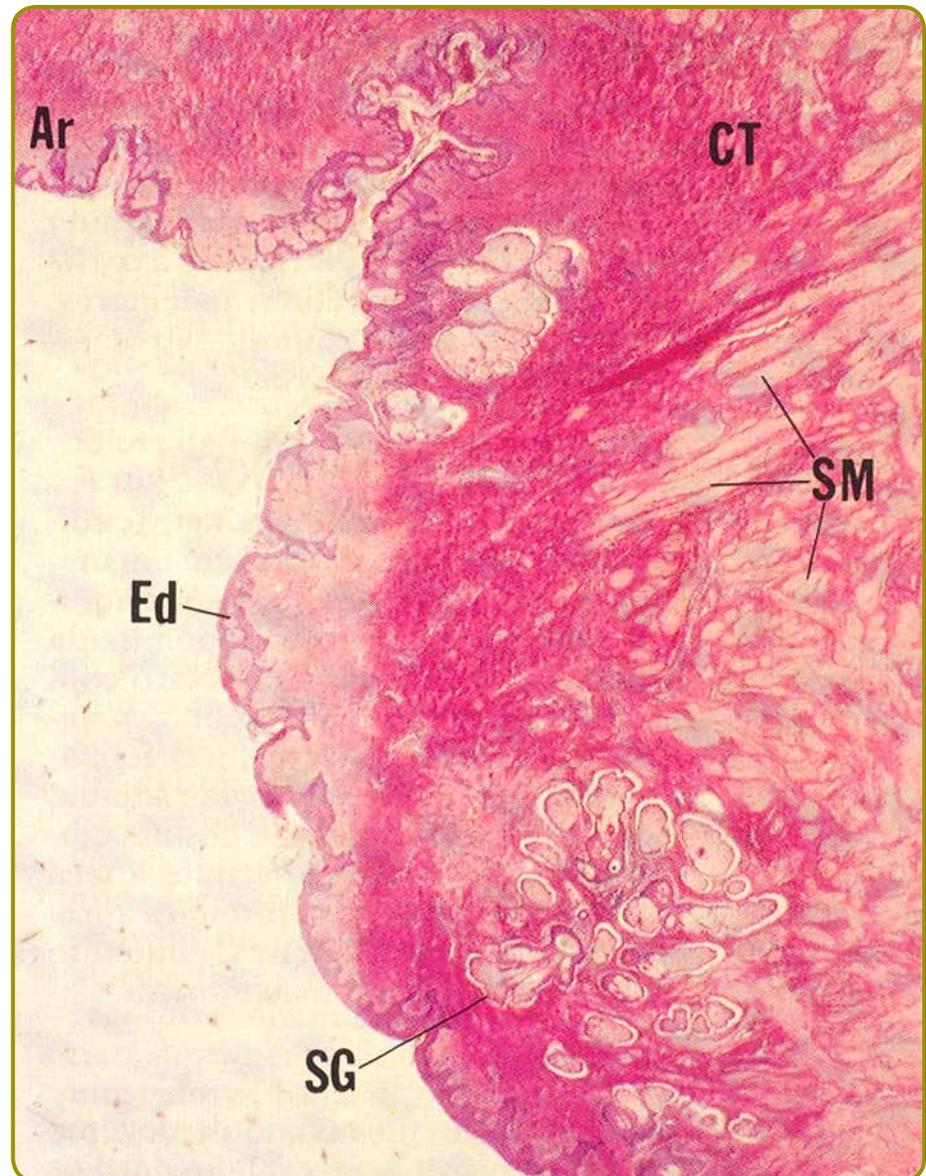


Figura 15.17- (A) Esquema de um lóbulo mamário em lactação (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 285) (B) Figura da glândula mamária em lactação: tecido conjuntivo frouxo [CT]; ducto [D]; Alvéolo [Al] Lóbulo [Lo]; as setas indicam o tecido conjuntivo frouxo em torno dos ductos e lóbulos. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 1993, p. 273)

Figura 15.18- Mamilo humano: epiderme delgada [Ed] recobre o grande icônico mamilo da mama; glândulas sebáceas [SG]; tecido conjuntivo denso não modelado [CT]; fibras musculares lisas [SM]; aréola [Ar] - região que circunda o mamilo. Note os ductos lactíferos [SM] em corte longitudinal, numerosos, que atravessam a extremidade do mamilo e conduzem o leite para o exterior. (GARTNER; HIATT, 1993, p. 273)



Nos tempos modernos o uso de roupas macias e de hidratantes corporais na região do mamilo, vêm causando dificuldade no ato de amamentar. Nessas condições, frequentemente ocorrem rachaduras e fissuras no mamilo, que tem pele fina, por conta da sucção forte feita pelo filhote.

Resumo

O Sistema reprodutor possui algumas funções principais: 1 – Produção do gameta feminino; 2 – Produção dos hormônios femininos, estrógeno e progesterona; 2 – Recepção dos gametas

masculinos; 3 – Fornecimento de ambiente adequado para a fertilização dos óvulos pelos espermatozoides; 4 – Fornecimento de ambiente físico e hormonal, para o desenvolvimento do feto. O sistema reprodutor feminino é formado por dois **ovários**, duas **tubas uterinas**, o **útero**, a **vagina** e a **genitália externa**.

Os ovários apresentam região cortical, onde estão alojados os folículos ovarianos; e a região medular, mais central. A partir da puberdade, durante o período reprodutivo, podemos encontrar nos ovários os **folículos: primordiais, primários, secundários e maduros (ou terciários)**. Os ovários são responsáveis pela produção dos hormônios femininos, estrógenos e progesterona. A ovulação ocorre, geralmente, na metade do ciclo ovariano. Após a ovulação, sob ação do LH, forma-se no ovário o corpo lúteo. Esse produz um hormônio importante, a progesterona, que atua no endométrio uterino, preparando-o para uma possível gravidez. **Na tuba uterina** podem ser reconhecidos **quatro segmentos: infundíbulo, ampola, istmo e intramural**. A tuba uterina é revestida por um epitélio simples cilíndrico ciliado e por uma parede composta por duas camadas de músculo liso. Ambos, epitélio ciliado e músculos, são responsáveis pela movimentação dos fluidos da tuba em direção ao útero. O útero pode ser dividido em 3 partes: **fundo e corpo** (revestidos por endométrio), e **cérvix** (ou colo uterino). A mama é formada, em sua maior parte, pelo tecido conjuntivo adiposo e pelos lóbulos mamários onde se encontram as glândulas mamárias responsáveis pela produção de leite materno.

Referências

BURKITT, H. George; WHEATER, Paul R.; YOUNG, Barbara; HEATH, John W. **Histologia funcional**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 409p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Atlas de histologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 322p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de histologia em cores**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 576p.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 33+427p.

STEVENS, Alan; LOWE, James. **Histologia humana**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2002. 408p.

Sistema urinário

Neste capítulo reconheceremos a organização microscópica geral do rim e diferenciaremos os componentes do néfron ao longo das duas regiões renais, cortical e medular.

Um capricho da natureza, o sistema urinário mantém o equilíbrio do meio interno, quanto à manutenção da quantidade de líquido no interior do organismo. Líquido demais, ficamos inchados, líquido de menos ficamos desidratados.

Tudo que ingerimos, desde água propriamente dita ou o alimento, fornece água ao organismo.

No corpo humano, assim como no organismo da maioria dos seres vivos, o teor de água dentro e fora das células precisa ser mantido num nível adequado, para que sejam mantidas as funções vitais de manutenção da vida.

Alguns animais que vivem no deserto, por exemplo, tem adaptações do sistema renal para que eliminem o mínimo de água possível, uma vez que não tem muita água disponível no meio ambiente.

Mas, além da manutenção do equilíbrio hídrico, com a eliminação do líquido também são dispensados na urina resíduos do metabolismo celular, que são nocivos ao organismo, caso não sejam excretados.

O sistema urinário é um grande laboratório orgânico, onde se faz conta do quanto líquido, eletrólitos e não-eletrólitos devem ficar ou sair do organismo, para que se mantenha o equilíbrio químico e hídrico do sistema vivo.

Assim, como o processo de filtração renal é contínuo, há a bexiga urinária, um reservatório que acumula a urina, que por sua vez é eliminada gradativamente dos rins, através das vias urinárias.

Sendo assim, o sistema urinário filtra o sangue retirando produtos tóxicos da circulação sanguínea, ou em excesso, produzindo a urina. Através do rim, são eliminados: diversos resíduos do metabolismo, alguns deles tóxicos, caso fiquem armazenados no interior celular (por exemplo: ureia, creatinina), além de água em excesso, eletrólitos e não-eletrólitos em excesso no meio interno. A **urina é produzida nos rins**, passa pelos **ureteres** chegando até a **bexiga**, onde é **armazenada**, e é lançada ao exterior por meio da **uretra** (Figura 16.1).

O rim também está envolvido na produção de alguns **hormônios** como a **renina**, envolvida no

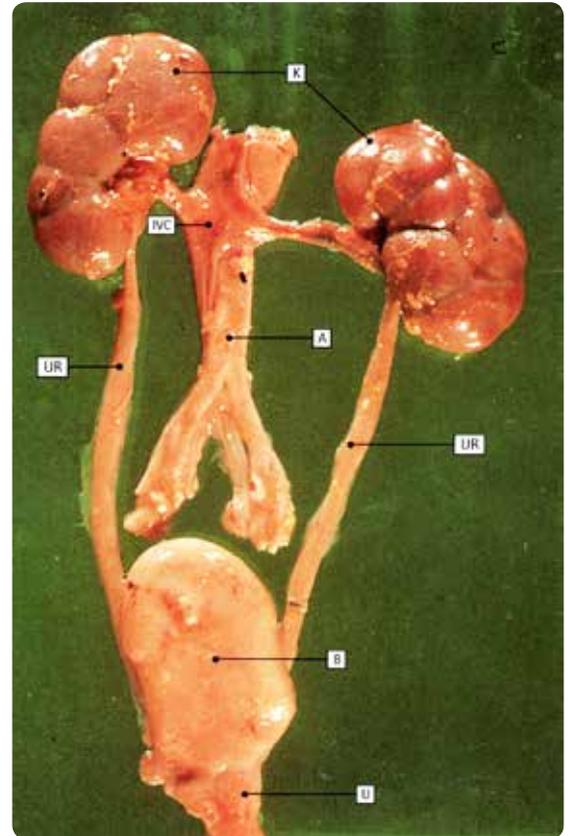


Figura 16.1 - Fotografia do sistema urinário dissecado de natimorto, demonstrando a interrelação entre a aorta [A], a veia cava inferior [IVC], os rins [K], os ureteres [UR], a bexiga [B] e a uretra [U]. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 275)

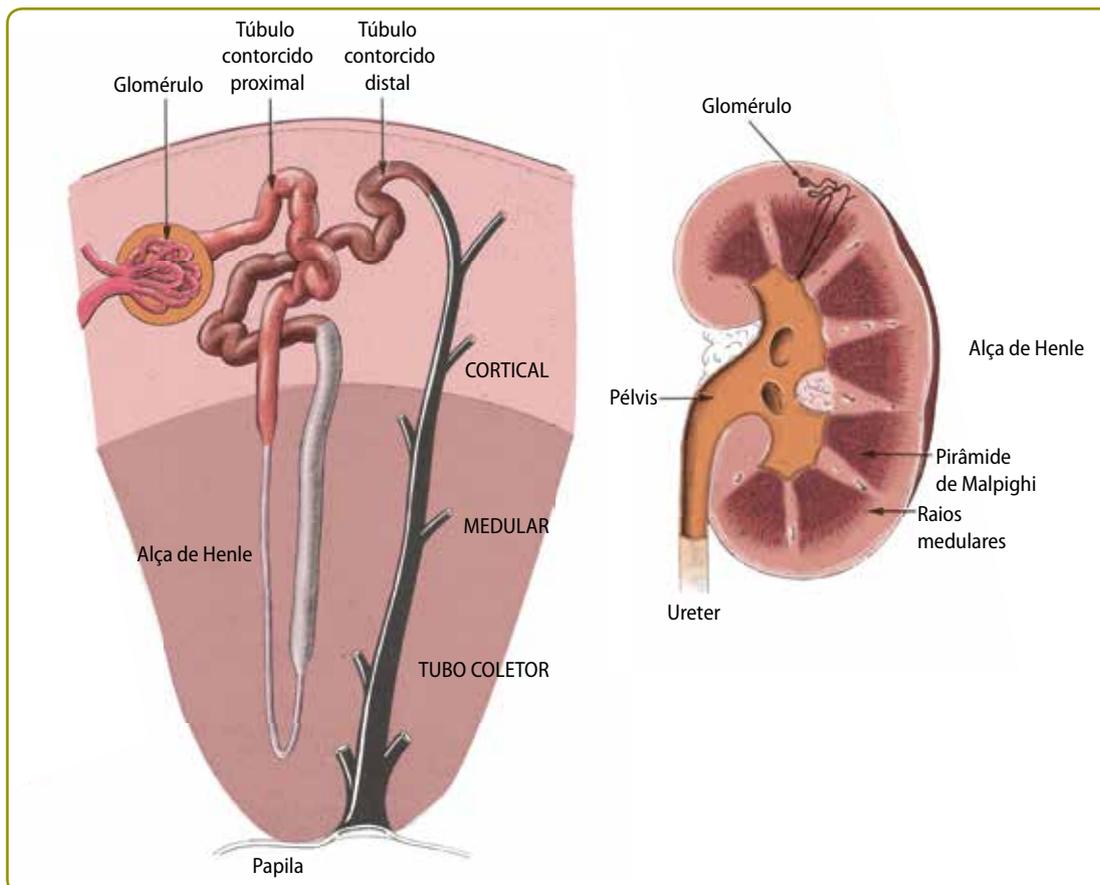


Figura 16.2 - Esquema geral do rim. A Figura da direita mostra a topografia geral do órgão. A Figura da esquerda, mostra a localização cortical e medular dos componentes do néfron e ductos coletores. (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 316)

mecanismo de regulação da pressão arterial e a **eritropoetina** que estimula a produção de eritrócitos na medula óssea.

Veremos agora essa máquina orgânica capaz de fazer a filtração do sangue, cuja engenharia o homem ainda não construiu igual.

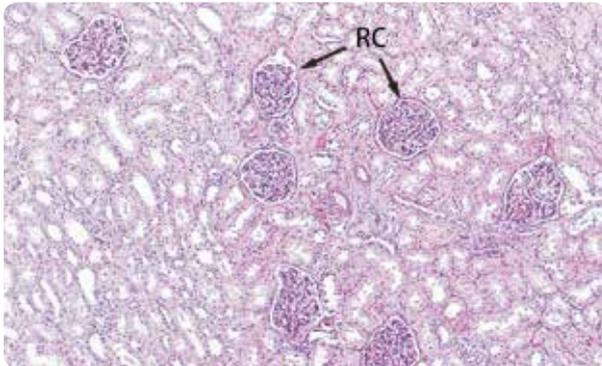


Figura 16.3 - Fotomicrografia de córtex renal – Corpúsculo renal [RC] e ao redor os vários túbulos renais (setas). (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 287)

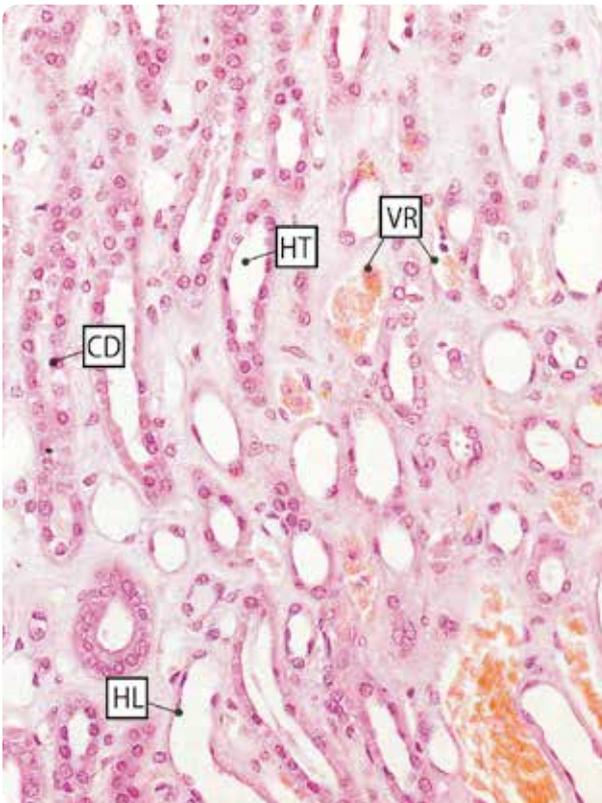


Figura 16.4 - Fotomicrografia de medula renal. Ducto coletor (CD); Alça de Henle fina (HL); Alça de Henle espessa (HT) Vasos retos do rim (VR). (STEVENS; LOWE, 2002, p. 303)

16.1 Rins

Os rins são grandes órgãos de coloração vermelha escura e com a forma de um grão de feijão, apresentam uma borda convexa e outra côncava, na qual se situa o **hilo**. É através desse por onde penetram no órgão artérias e veias, vasos linfáticos, nervos e o ureter. Envolvendo os rins externamente, temos uma cápsula fibrosa resistente de tecido conjuntivo denso e uma camada espessa de gordura periférica, que fornece alguma proteção contra traumatismos.

Os rins são **subdivididos** em duas zonas diferentes: o **córtex**, de localização mais externa (Figura 16.3) e a **medula** (Figura 16.4) que é a **região** mais interna. Ambas as camadas são compostas pelos elementos dos néfrons.

16.1.1 Os constituintes do néfron

O **néfron** é a unidade funcional do rim, e consiste em **dois componentes** principais: o **corpúsculo renal** e os **túbulos renais** (Figura 16.2), mergulhados em tecido conjuntivo.

A distribuição dos componentes do néfron nas regiões cortical e medular, bem como o tipo celular que compõe a sua parede, tem grande importância fisiológica na geração de gradientes osmóticos e iônicos, que são estudados na fisiologia renal.

16.1.2 Corpúsculo renal

O corpúsculo renal é responsável pela filtração do plasma sanguíneo. O **corpúsculo renal** (ou de Malpighi), veja o esquema na Figura 16.6, é formado pelo **glomérulo** mais a **cápsula de Bowman**. Possui um **polo vascular**, por onde entra a arteríola aferente e sai à arteríola eferente e um **polo urinário**, onde tem início o túbulo contorcido proximal. No **polo vascular**, encontramos a **mácula densa** e as **células justaglomerulares**.

- **Mácula densa** – São **células modificadas da parede dos túbulos contorcidos distais** (Figuras 16.5 e 16.6) e são encontradas em estreito contato com o hilo vascular do glomérulo. A função exata desta zona não é conhecida, mas ela pode atuar como sensor, regulando a função justaglomerular **acompanhando os níveis de íons sódio e cloreto da luz do túbulo distal**.
- **Células justaglomerulares** – São **células modificadas da parede da arteríola aferente** do glomérulo renal, contendo muitos grânulos citoplasmáticos (Figura 16.6). São responsáveis pela **produção do hormônio renina**, envolvida no controle de excreção de sódio na urina.

A mácula densa e as células justaglomerulares formam, em conjunto, o **aparelho justaglomerular** (Figura 16.6) que está envolvido na regulação da pressão arterial através do mecanismo renina–angiotensina–aldosterona, estudado na disciplina de fisiologia.

O **glomérulo** é constituído por **alças de capilares fenestrados**, originados a partir de divisões da arteríola aferente, e é o local onde tem início a filtração do sangue. O **sangue entra** no glomérulo através da **arteríola glomerular aferente** e é **drenado** através da **arteríola glomerular eferente** (Figuras 16.6 e 16.7).

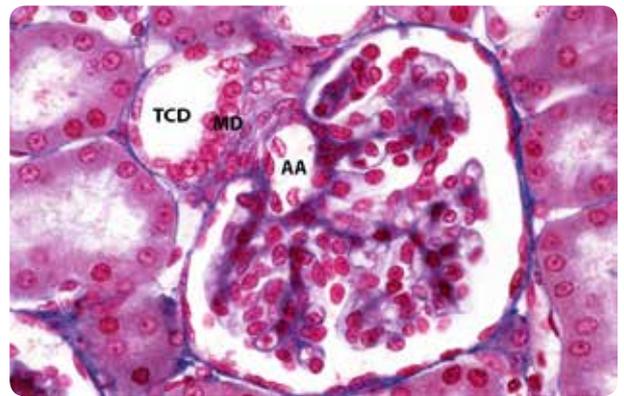


Figura 16.5 - Fotomicrografia do corpúsculo renal: arteríola aferente glomerular [AA]; túbulo contorcido distal [TCD]; mácula densa [MD]. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 298)

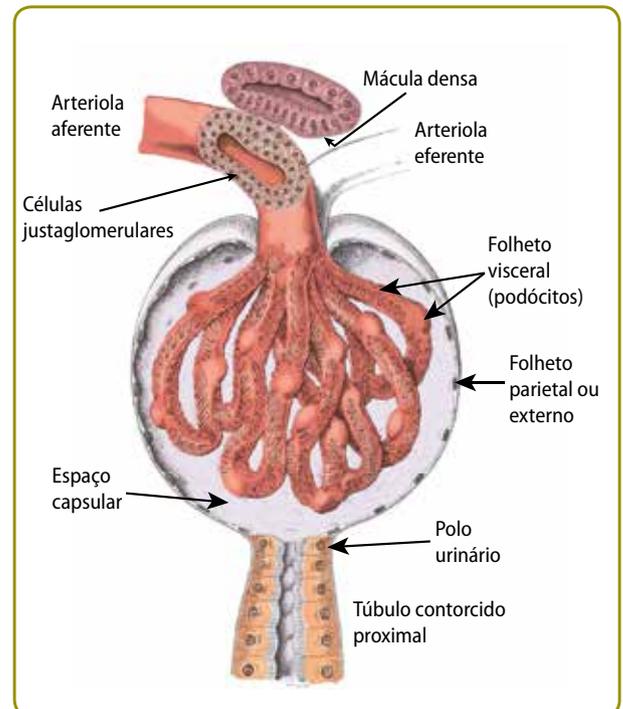


Figura 16.6 - Esquema do corpúsculo renal. (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 318)

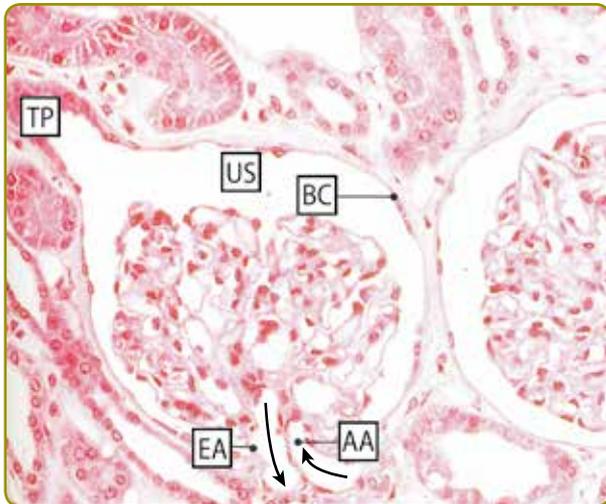


Figura 16.7 - Fotomicrografia do corpúsculo renal, mostrando seus componentes: Cápsula de Bowman (BC), espaço urinário (US), polo urinário (TP), arteriola aferente (AA) e arteriola eferente (EA). As flechas indicam o fluxo de sangue, entrando e saindo do glomérulo. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 281)

A **cápsula de Bowman** envolve o glomérulo e possui dois folhetos: o **visceral (podócitos)**, e o **parietal** (Figuras 16.6 e 16.7), sendo que o último é considerado, por muitos autores, como a cápsula de Bowman propriamente dita. O espaço entre os folhetos visceral e parietal é conhecido como **espaço de Bowman** e é onde o filtrado é recolhido. Este espaço é contínuo com a luz do túbulo renal.

Os folhetos: 1) **Folheto parietal** ou folheto externo é constituído por uma única camada de células epiteliais pavimentosas (achatadas); 2) **Folheto visceral** ou folheto interno modifica-se durante o desenvolvimento embrionário adquirindo características próprias, sendo denominado de **podócito** (Figuras 16.6 e 16.8)

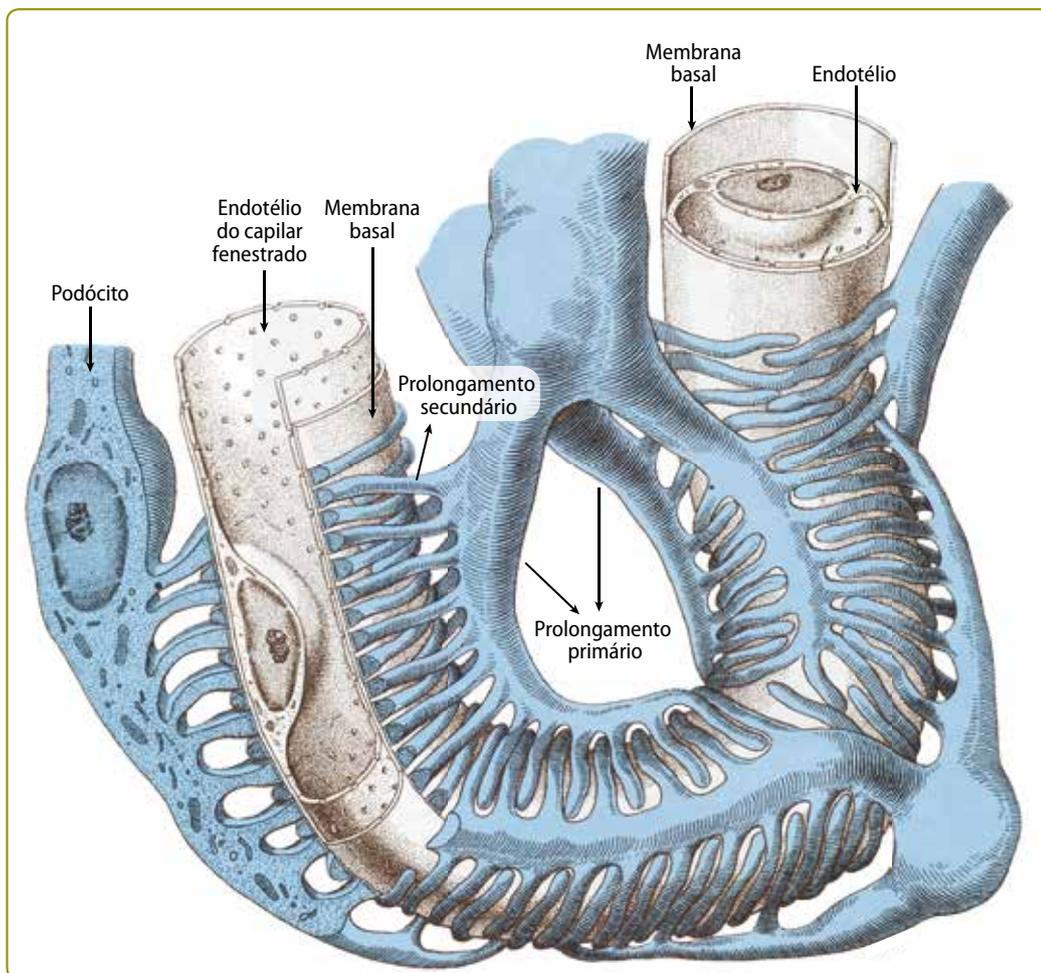


Figura 16.8- Esquema dos podócitos. Os podócitos contêm prolongamentos primários (mais espessos) dos quais partem prolongamentos secundários que vão se apoiar na membrana basal, envolvendo os capilares fenestrados do glomérulo. Os prolongamentos secundários formam as fendas de filtração. (Adaptado de JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 319)

Os **podócitos** são formados por um corpo celular, de onde partem diversos prolongamentos espessos, denominados **prolongamentos primários** que dão origem aos **prolongamentos secundários** (Figuras 16.8 e 16.9). Os podócitos estão apoiados sobre a membrana basal, porém a maior parte do corpo celular e dos prolongamentos primários estão afastados, não aderidos à membrana basal. Os prolongamentos secundários dos podócitos estão em contato direto com a membrana basal, e a maneira como estão dispostos forma espaços, denominados de **fendas de filtração** (Figura 16.9), fechadas por uma membrana com cerca de 6 nm (nanômetro) de espessura.

Filtração

No corpúsculo renal, grande parte da água e de constituintes plasmáticos de baixo peso molecular são filtrados, dos capilares

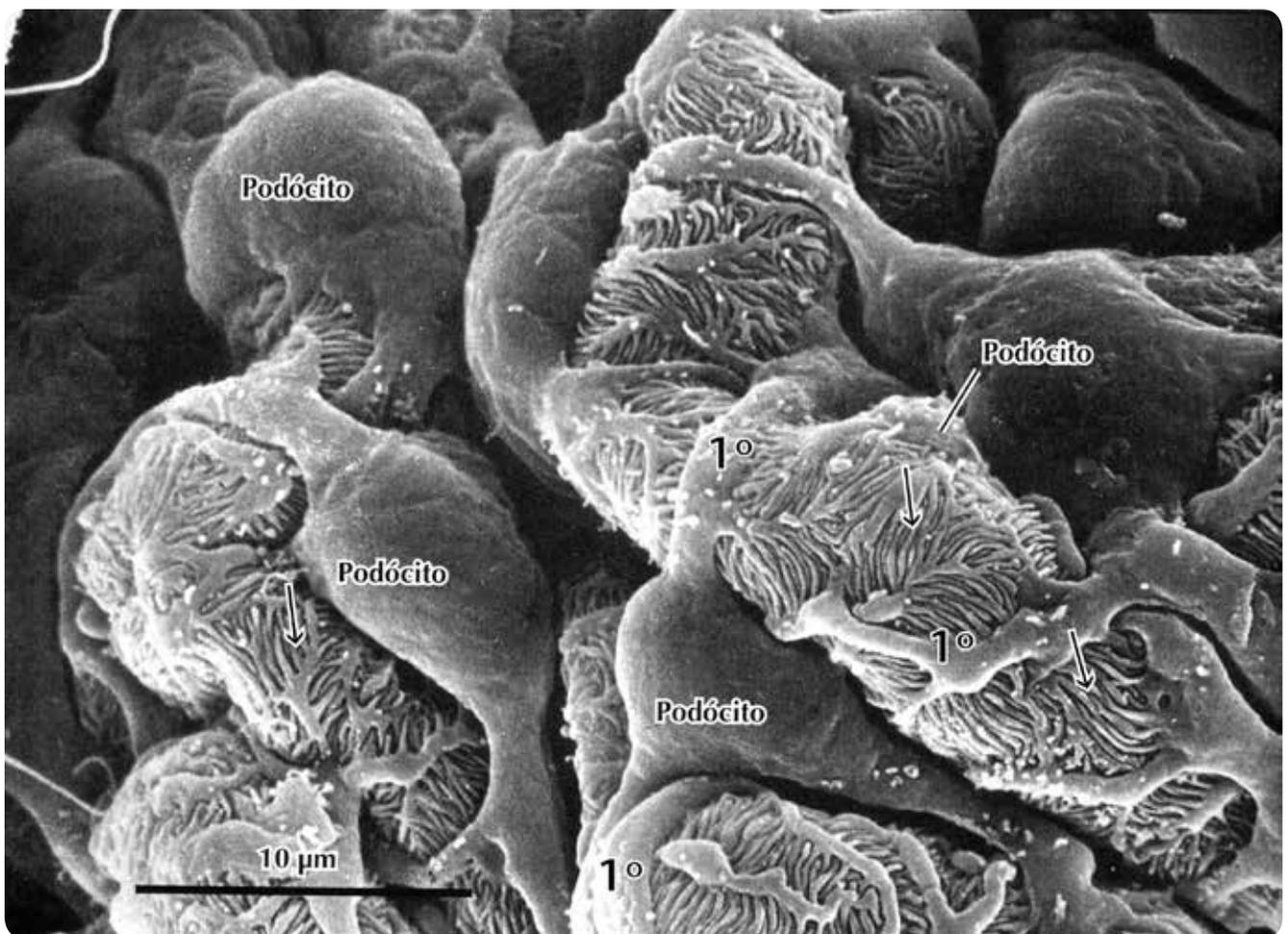


Figura 16.9 - Eletromicrografia de varredura em pequeno aumento de podócitos junto ao corpúsculo renal. Prolongamentos primários [1º]. Repare no entrelaçamento dos prolongamentos secundários [setas], formando as fendas de filtração. (Adaptado de OVALLE; NAYIRNEY, 2008, p. 362)

Membrana basal do glomérulo

Formada pela fusão das lâminas basais do endotélio capilar e dos podócitos.

glomerulares para o espaço de Bowman. Do espaço capsular o filtrado segue para o primeiro túbulo do néfron, o túbulo contorcido proximal (TCP). A **barreira de filtração é formada pelo endotélio capilar** (parede do vaso), pelos **podócitos** e pela **membrana basal do glomérulo** (Figura 16.8).

16.1.3 Túbulos do néfron

A seguir veremos os componentes tubulares do néfron.

Os sistemas tubulares são: **túbulo contorcido proximal e distal**, localizados **na cortical**, e **alça de Henle**, **porções delgada e espessa**, ambas de **localização medular** (Figuras 16.2 e 16.11).

A) Túbulo contorcido proximal (TCP)

Situado no polo urinário, é o primeiro túbulo do rim, apresentando **aspecto tortuoso**, de onde vem o seu nome, túbulo contorcido proximal (Figuras 16.2 e 16.10). É a parte mais longa do túbulo renal, de **localização cortical**, que **recebe o primeiro filtrado**. **Nesse segmento**, aproximadamente 75% do **filtrado glomerular é reabsorvido**, sendo que esta função está refletida na estruturação do revestimento epitelial. Essas células apresentam, no pólo apical, em contato com **a luz do túbulo**, numerosos microvilos que formam **a orla em escova**. A orla em escova está presente apenas no túbulo contorcido proximal. A **parede desse túbulo é formada por epitélio cúbico simples**, apresentando forte acidofilia, devido à presença de muitas mitocôndrias. Essas células epiteliais são muito ativas em transporte de íons e gastam muita energia. São células grandes, três ou quatro células fecham o diâmetro do túbulo e estão fortemente unidas, apresentam núcleo central e esférico (Figuras 16.10 e 16.13). Os TCP possuem uma luz ampla, quando em observações *in vivo*, mas nos preparados comuns, por artefato de técnica, frequentemente essa luz aparece muito reduzida. O TCP é contínuo com a Alça de Henle de localização medular.

B) Alça de Henle

Constitui a segunda zona histofisiológica do túbulo renal. Cada alça de Henle origina-se na região cortical renal e mergulha profundamente por uma distância variável na medula. O ramo

Orla em Escova

Denominação utilizada na microscopia de luz para os **microvilos**, estruturas só visualizadas na microscopia eletrônica.



Figura 16.10 (A) - Micrografia do túbulo contorcido proximal, mostrando a borda em escova [BB] proeminente; membrana basal [BM]. (Adaptado de BURKITT, 1994, p. 294)

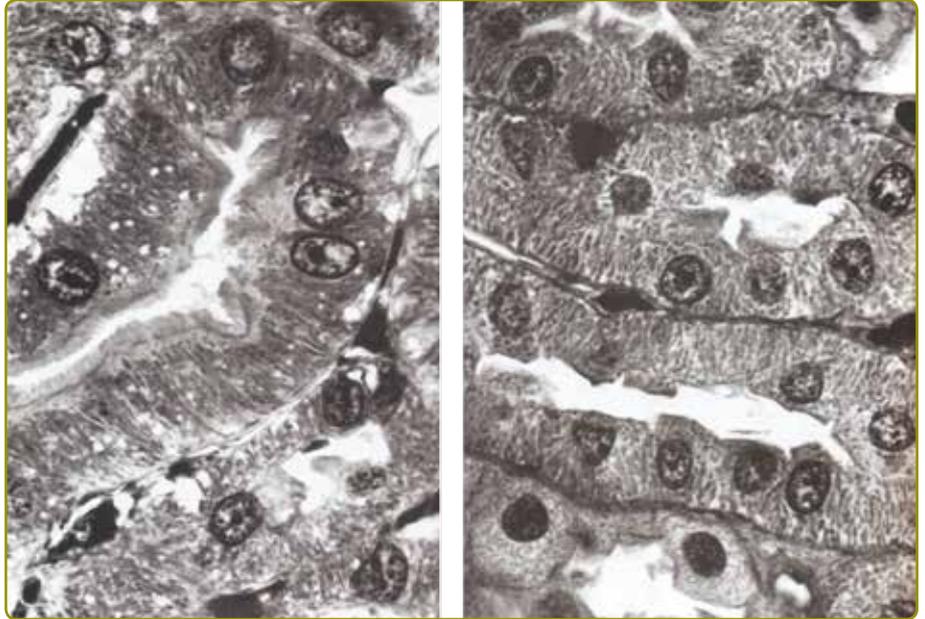


Figura 16.10 (B) - Microscopia eletrônica do túbulo contorcido proximal com orla em escova à esquerda e túbulo contorcido distal à direita. (BURKITT, 1994, p. 296)

descendente é a porção fina da alça de Henle, o ramo ascendente é a porção espessa da alça de Henle, que retorna para o córtex, tornando-se contínua com o túbulo contorcido distal (Figuras 16.2 e 16.11). Assim as alças de Henle são mais bem observadas em secções, da medula renal. Além das alças de Henle, a medula também contém vasos retos, túbulos coletores e ductos coletores.

Os **ramos delgados da alça de Henle** possuem **um epitélio pavimentoso simples**, muito **semelhante aos vasos** retos (sistema vascular sanguíneo), mas podem ser diferenciados pela ausência de hemácias em seu interior e pelo seu aspecto arredondado regular. Os **ramos ascendentes espessos** são revestidos por um **epitélio cúbico baixo** e também são arredondados ao corte transversal (Figuras 16.12 A e B).

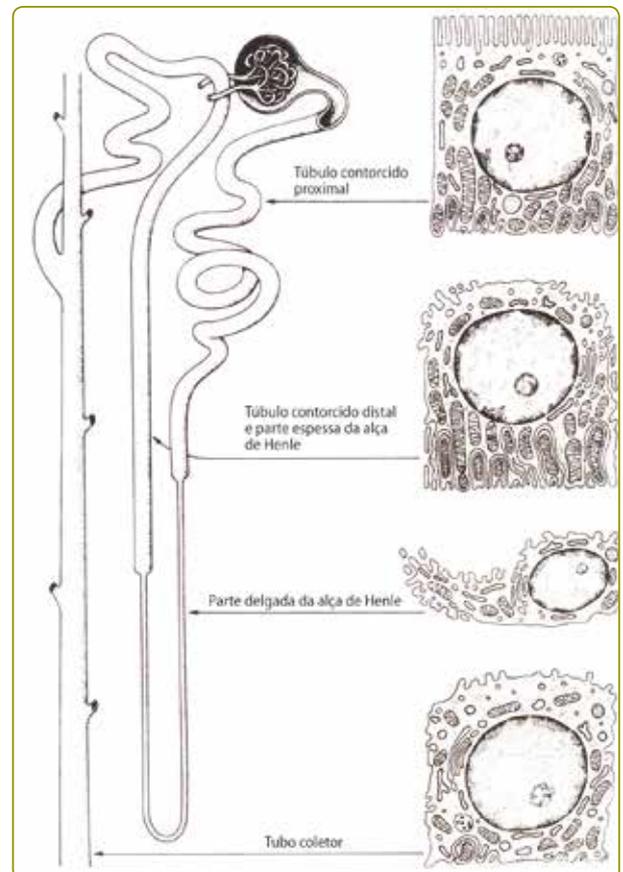


Figura 16.11 - Esquema da estrutura geral do néfron, com detalhe do tipo celular em cada segmento dos túbulos. (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 325)

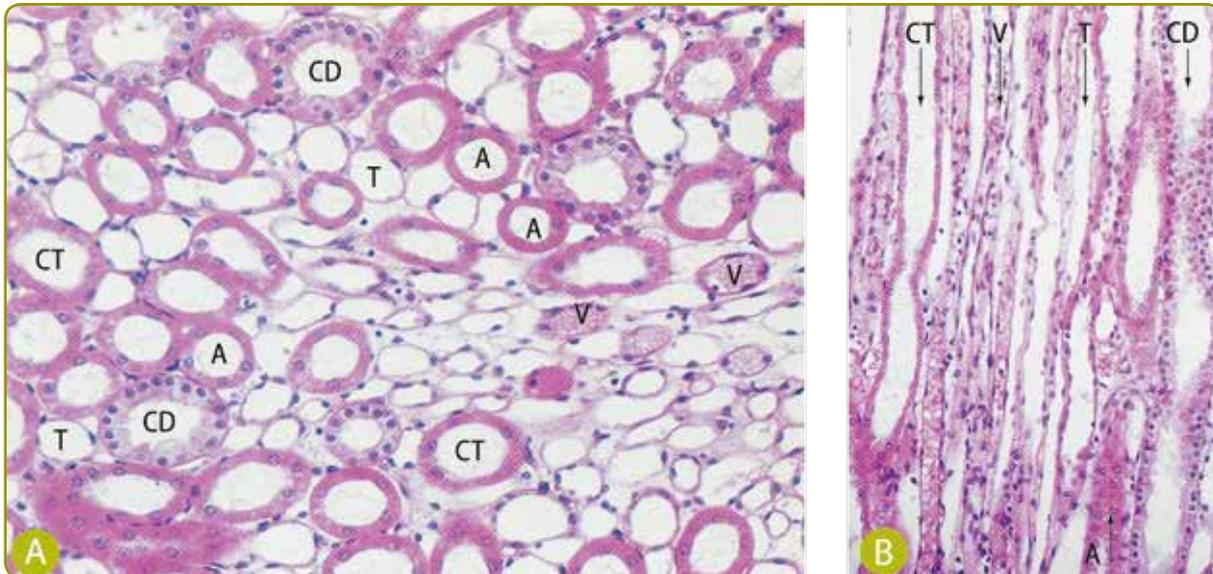


Figura 16.12 - (A) e (B) Túbulos da medular. a) Corte transversal e b) corte longitudinal. Alça de Henle fina (T) e espessa (A), túbulo coletor (CT); Vasos retos (V); Ductos coletores (CD). (BURKITT, 1994, p. 297)

C) Túbulo contorcido distal (TCD)

É uma continuação do ramo ascendente espesso da alça de Henle, após seu retorno ao córtex, e forma a terceira zona histofisiológica do túbulo renal. Os túbulos contorcidos distais são **encontrados no córtex**, entre os túbulos contorcidos proximais. Os TCD diferenciam-se do TCP pela **ausência de uma borda em escova**, uma **luz maior** e mais **claramente definida**, e um maior número de células circundando a luz tubular, pois as células do TCD são menores do que as células do TCP (Figuras 16.10 e 16.13).

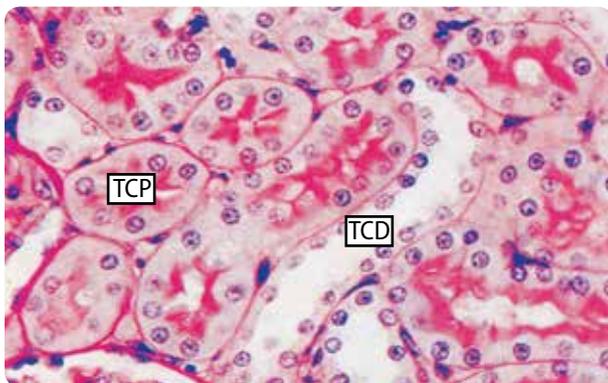


Figura 16.13 - Fotomicrografia dos túbulos contorcido proximal [TCP], com presença de borda em escova, corada fortemente em PAS positivo. O túbulo contorcido distal [TCD], sem borda em escova, mostra luz melhor definida. (BURKITT, 1994, p. 297)

D) Túbulos coletores e ductos coletores

Há controvérsias entre os autores das várias disciplinas, quanto ao fato dos túbulos coletores pertencerem, ou não, aos componentes tubulares do néfron. Os livros de histologia, em geral, não consideram os túbulos coletores como componentes do néfron. Esses túbulos possuem revestimento epitelial semelhante aos dos ramos da alça de Henle espessa, apresentando epitélio cúbico simples. Os ductos coletores são facilmente reconhecidos por seu grande diâmetro e revestimento de epitélio cilíndrico pálido. Na Figura

16.12, reparem nos túbulos e ductos coletores e, no interstício entre os túbulos, as células intersticiais do rim.

16.2 Vascularização renal

Acompanhe a descrição a seguir, com o esquema da Figura 16.14.

Cada rim é irrigado por uma **única artéria que se divide** no hilo em dois ramos principais. Cada ramificação **origina** várias **artérias interlobares** que ascendem até a junção cortical-medular, quando se **ramificam**, e **dão origem** às **artérias arqueadas** (arciformes), que seguem trajeto paralelo à cápsula renal. As **artérias interlobulares** irradiam em direção à cápsula, **ramificando-se para formar** as **arteríolas aferentes** dos glomérulos. A nutrição e a oxigenação da cortical devem-se às **arteríolas eferentes** dos glomérulos que formam capilares que irrigam os túbulos da cortical. As **arteríolas eferentes** dos glomérulos situados próximos da região medular formam também vasos que se dirigem no sentido da medula. Todas as **arteríolas que vão para a medula** são chamadas **arteríolas retas** e compõem a **microcirculação da medula renal**. As arteríolas do restante do córtex dividem-se para formar o plexo de capilares que circundam os túbulos do córtex renal. Os **capilares corticais e medulares drenam através das veias interlobulares**, para as **veias arqueadas** (arciformes) na junção entre a cortical e a medular que dão origem as **veias interlobares**. As veias interlobares **formam a veia renal** pela qual o sangue sai do rim.

A **medular possui** também, além das **arteríolas retas**, as **veias retas**, que se ligam às veias arqueadas (arciformes). As veias retas situam-se próximas e dispostas paralelamente as arteríolas retas, formando um conjunto conhecido como **vasos retos do rim**.

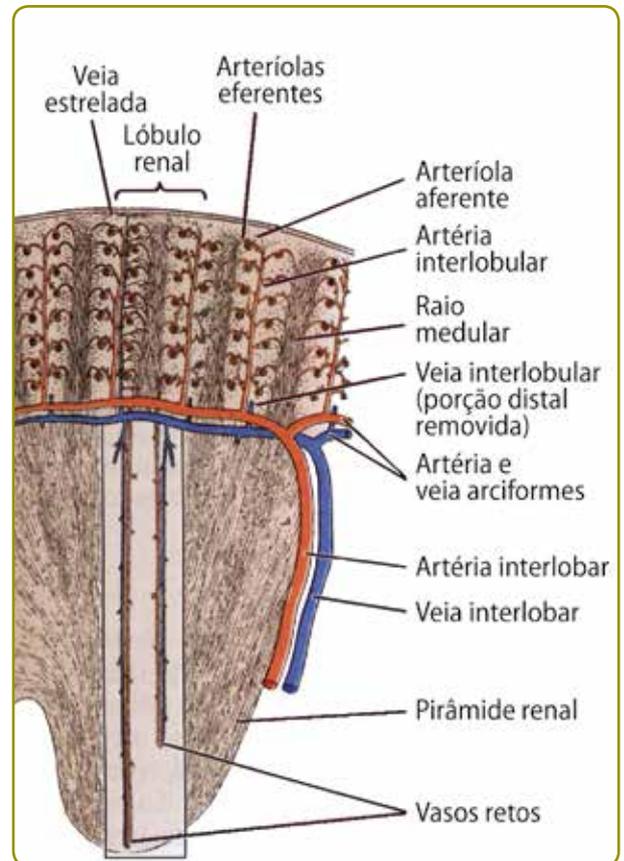


Figura 16.14 - Esquema da circulação sanguínea renal. (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999, p. 328)

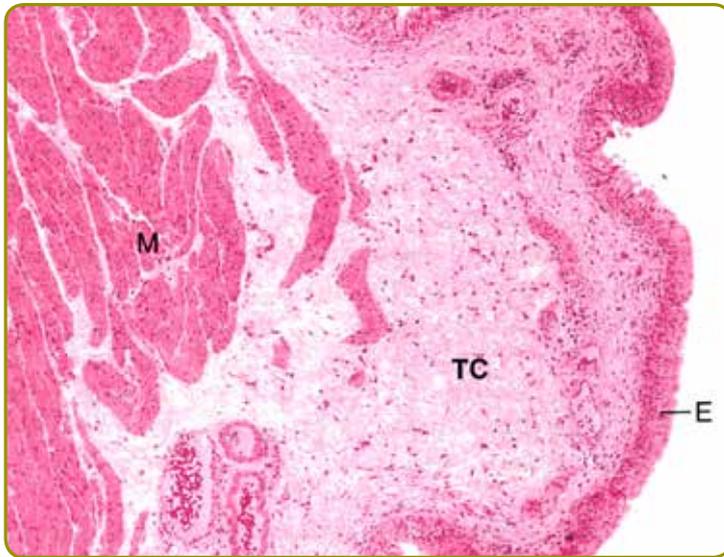


Figura 16.15 - Parede da bexiga. A mucosa é composta pelo epitélio [E] e pelo tecido conjuntivo subepitelial [TC]; túnica muscular [M] da bexiga. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 467)

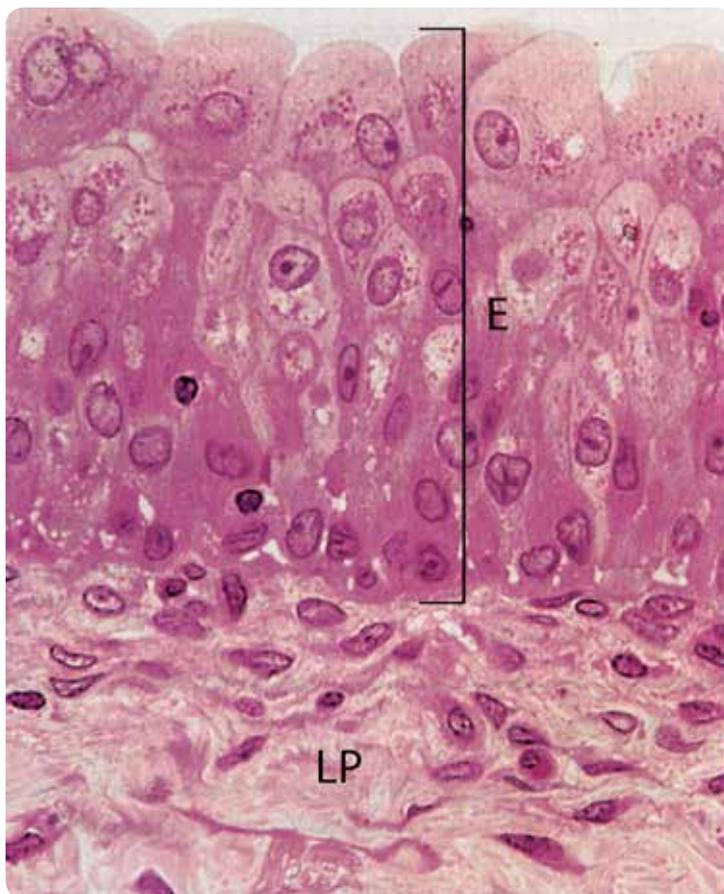


Figura 16.16 - Fotomicrografia do epitélio de transição da bexiga. Observe as grandes células em formato de cúpula que se projetam em direção ao lúmen. Epitélio [E]; lâmina própria (tecido conjuntivo) [LP]. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 2007, p. 467)

16.3 Bexiga

É o órgão responsável pelo armazenamento da urina. Tem a **parede composta por fibras elásticas e três camadas de músculo liso** (Figura 16.15), frouxamente dispostas, que se contraem durante a micção. O **epitélio de transição** (Figura 16.16) que reveste a bexiga é também encontrado em todas as vias urinárias. É chamado de epitélio de transição por sofrer modificações no arranjo das suas células, conforme o estado funcional da bexiga, quando está cheia ou vazia. Para maiores detalhes, vide o capítulo de Tecido epitelial.

Resumo

Os rins apresentam duas regiões distintas histologicamente: **cortical e medular**. O néfron é a unidade funcional do rim, sendo composto pelo corpúsculo renal (glomérulo e cápsula de Bowman) e pelos túbulos do néfron (túbulo contorcido proximal, túbulo contorcido distal, alça de Henle porção fina e espessa). As **células justaglomerulares**, localizadas na parede da arteríola aferente, são responsáveis pela produção de **renina**. A **barreira de filtração** é formada pelo endotélio capilar, pelos podócitos e pela membrana basal glomerular. A bexiga armazena urina, é revestida por um epitélio de transição e na sua parede a contração da musculatura lisa, disposta em três camadas mal definidas, auxilia na micção.

Referências

BURKITT, H. George; WHEATER, Paul R.; YOUNG, Barbara; HEATH, John W. **Histologia funcional**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 409p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Atlas de histologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 322p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de histologia em cores**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 576p.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 33+427p.

OVALLE, William K.; NAHIRNEY, Patrick C. **Netter Bases da Histologia** 1. Ed. Rio de Janeiro, 2008. 493

STEVENS, Alan; LOWE, James. **Histologia humana**. 2. Ed. São Paulo: Manole, 2002. 408p.

Sistema respiratório

Neste capítulo reconheceremos a organização microscópica do sistema respiratório composto pelos dutos de condução de ar extra e intra pulmonares e os alvéolos.

Uma das funções mais importantes para a manutenção da vida é a respiração!

A natureza criou nos animais superiores um sistema de respiração extremamente eficiente, econômico e funcional, os pulmões.

O sistema respiratório se parece muito com uma árvore, onde temos o tronco principal único, de onde partem os ramos maiores, que se dividem em ramos cada vez menores, até chegarmos às folhas. Essa semelhança na organização do sistema, dá o nome popular ao sistema respiratório: árvore respiratória, onde o tronco principal seria a traqueia única, os dutos de condução de ar, de diferentes calibres, seriam os galhos e as folhas seriam os alvéolos pulmonares.

Um sistema de tubos para a passagem do ar chega até os alvéolos, (minúsculas cavidades onde vão ocorrer as trocas de gases: oxigênio e gás carbônico). Ao longo da passagem pelas vias respiratórias, o ar inspirado é limpo de partículas de poeira, estando os micro-organismos sujeitos ao sistema imune de defesa corporal e, por fim, o ar chega nos delicados alvéolos umedecidos, evento que ocorre durante sua passagem pela mucosa respiratória úmida.

Troca gasosa ocorrendo dia após dia, continuamente, desde o primeiro suspiro até o último! E um sistema respiratório, simples e eficiente realizando esse trabalho de trocas gasosas, que veremos a seguir nesse capítulo.

17.1 Como se caracteriza o Sistema Respiratório

O sistema respiratório é constituído por uma sequência de várias vias aéreas que caracterizam a porção condutora, caracterizada pela região que conduz o ar até a porção respiratória do sistema pulmonar, localizada nas porções mais profundas, mais ramificadas e adelgadas dos pulmões, onde ocorrem as trocas de gases O_2 e CO_2 .

17.1.1 Aspectos anatômicos dos pulmões

Os pulmões apresentam aspectos anatômicos diferentes, sendo que o esquerdo possui dois lobos e o direito possui três lobos. Essa anatomia se conforma perfeitamente acomodando o coração, que fica mais voltado para o lado esquerdo do peito. Os brônquios primários, as artérias brônquicas e as artérias pulmonares entram nos pulmões por uma região anatômica chamada hilo, mesmo local por onde saem dos pulmões as veias brônquicas, veias pulmonares e vasos linfáticos. Juntos, vasos e vias aéreas que entram e saem dos pulmões formam a **raiz pulmonar**.

17.1.2 Circulação Pulmonar

As artérias pulmonares transportam o sangue desoxigenado para os pulmões, vindas do lado direito do coração, na **pequena circulação**. A ramificação desses vasos leva o sangue aos bronquíolos respiratórios, formando uma rede ampla de capilares pulmonares, que são **capilares contínuos**, com cerca de 8 μm de diâmetro, o que obriga as hemácias a passarem uma a uma, facilitando a troca de gases, já que o espaço em que têm que se difundir fica bastante reduzido. Neste leito capilar o sangue recebe oxigênio e é conduzido para vasos cada vez mais calibrosos, até chegar de volta ao lado esquerdo do coração, entrando pelo átrio esquerdo e passando para o ventrículo esquerdo, que bombeará o sangue para todo o corpo continuamente, na **grande circulação**. Reveja no capítulo 9 a ilustração desse texto na Figura 9.1.

17.1.3 Inervação dos pulmões

Os pulmões são inervados por fibras simpáticas da cadeia torácica de gânglios e parassimpáticas do nervo vago, que atuam diretamente sobre a musculatura lisa dos pulmões. Ao comando das fibras simpáticas, a musculatura lisa pulmonar relaxa e leva à broncodilatação, com constrição dos vasos sanguíneos pulmonares, num mecanismo de resposta paradoxal. Em resposta ao estímulo das fibras parassimpáticas, a musculatura lisa dos brônquios contrai, causando broncoconstrição. Em algumas situações, sinapses ocorrem junto aos pneumócitos tipo II, o que leva a pensar sobre uma atuação sobre a produção de surfactante pulmonar.

17.1.4 Vias aéreas condutoras

As vias aéreas condutoras estão dentro e fora dos pulmões, sendo a cavidade nasal e boca as portas de entrada do ar para os pulmões.

As câmeras formadas pela arquitetura nasal, assim como o arranjo das vias condutoras, permite que o ar seja umidificado, aquecido e parcialmente filtrado de grandes partículas ao penetrar pelas narinas, que são as aberturas na frente da cavidade nasal, abertas para o meio externo.

Da cavidade nasal e boca, o ar segue pela nasofaringe, faringe, laringe, traqueia, brônquios primários e secundários, conhecidos como brônquios lobares, passando pelos brônquios terciários, ou brônquios segmentares, bronquíolos e bronquíolos terminais, regiões que além de transportar o ar, têm a capacidade de filtrar, umedecer e aquecer o ar, antes que ele chegue à **porção respiratório dos pulmões**, composta por **bronquíolos respiratórios, dutos alveolares, sacos alveolares e alvéolos**. As vias aéreas superiores ficam abertas pela presença

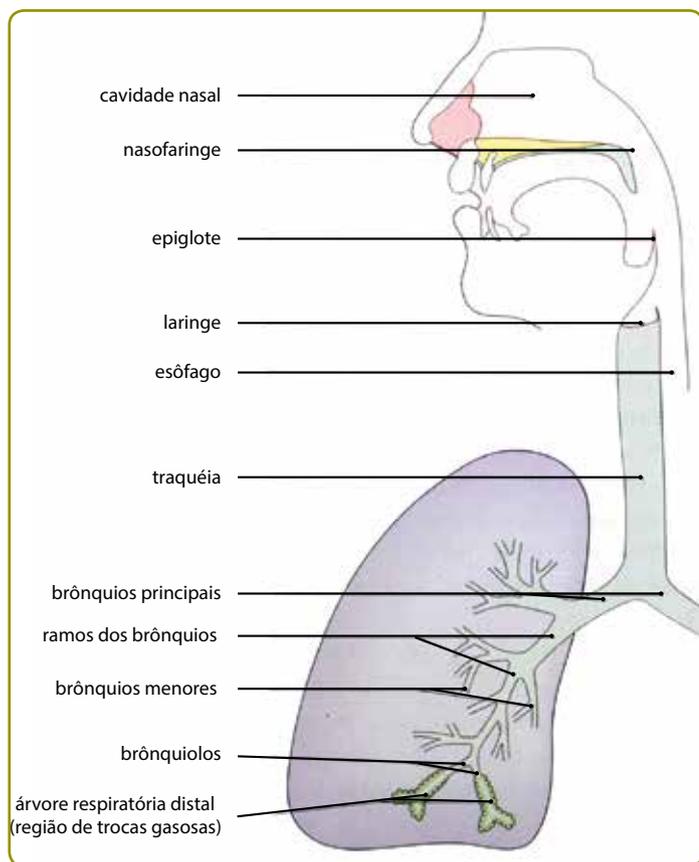


Figura 17.1 - Vias condutoras do trato respiratório superior. Esquema mostrando as vias de circulação de ar até a porção final, os alvéolos, onde ocorre a troca gasosa. (STEVENS; LOWE, 2002, p. 159)

combinada de osso, cartilagem e elementos fibrosos, permitindo a passagem do ar. Das entradas de ar pelo processo de inspiração, as vias aéreas vão se ramificando em túbulos, que diminuem gradativamente de calibre, porém, mesmo com a diminuição do diâmetro da luz dos túbulos diminuir gradativamente em direção à porção respiratória, o diâmetro transversal total do conjunto aumenta proporcionalmente à ramificação, diminuindo a velocidade do fluxo de ar inspirado, em direção da porção respiratória.

Veja a Figura 17.1 o esquema vias condutoras do trato respiratório superior.

17.2 Cavidade Nasal

A cavidade nasal é dividida anatomicamente pelo septo nasal, de natureza óssea e cartilaginosa, com comunicação entre o exterior pelas narinas e com a nasofaringe no interior, através das coanas. As conchas nasais são projeções de três prateleiras ósseas delgadas, localizadas uma acima da outra e curvadas para baixo, sendo definidas como superior, média e inferior.

As narinas são revestidas por pele que se projeta em curto espaço até a abertura das narinas, a porção anterior da cavidade nasal dilatada e conhecida como **vestíbulo**, revestido por pele, com tecido pavimentoso estratificado não queratinizado, pelos curtos e rígidos, que são chamados **vibrissas**, com a função de impedir que material particulado de maior tamanho possa entrar nas vias aéreas. A transição do revestimento do vestíbulo mostra um epitélio colunar pseudoestratificado ciliado, rico em glândulas sebáceas e sudoríparas. As regiões mais profundas da cavidade nasal apresentam progressivamente uma grande quantidade de células caliciformes. Células conhecidas como mucosecretoras (caliciformes) apresentam microvilosidades na superfície voltada para a luz, entre as células colunares. Esse é um arranjo celular, que pode aparecer com pequenas variações, presente em praticamente toda a região condutora no trato respiratório (Figura 17.2).

Observe na Figura 17.2 que a lâmina própria de tecido conjuntivo subepitelial é muito vascularizada com muitas glândulas

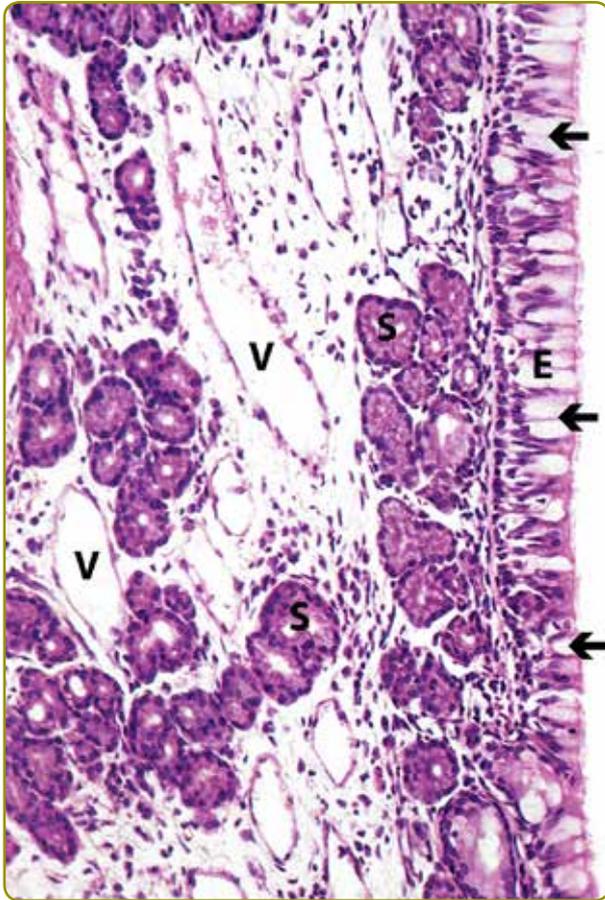


Figura 17.2 - Mucosa nasal apresentando muitas células caliciformes [setas], junto às células epiteliais [E]; no tecido conjuntivo (lâmina própria) podemos observar as glândulas [S] produtoras de muco, e os vasos sanguíneos [V]. (Adaptado de BURKITT; 1994, p. 223)

seromucosas, assim como elementos linfoides como linfonodos, mastócitos e plasmócitos. A mucosa nasal é protegida contra antígenos que a atingem por anticorpos (imunoglobulinas IgA, IgE e IgG) produzidos pelos plasmócitos.

17.2.1 Mucosa Olfatória

A mucosa olfatória, responsável pela percepção dos odores e aspectos sofisticados do paladar, está presente no teto da cavidade nasal, estendendo-se por um curto trajeto para baixo, no septo e na parede lateral.

Seu epitélio é colunar pseudoestratificado, com células receptoras olfatórias, que são neurônios bipolares, células de sustentação, que dão suporte ao epitélio, mas também sugerem pela quantidade de retículo endoplasmático granular e mitocôndrias presentes no citoplasma, a função de síntese e, células basais, que não entram em contato com a luz e formam as células precursoras de novas células olfatórias. A disposição dessas células é que dá o aspecto pseudoestratificado ao epitélio, já que os núcleos das células apresentam alturas diferentes.

Abaixo desse epitélio, encontram-se glândulas serosas de pequeno porte com dutos curtos, que penetram o epitélio olfatório e secretam substância que atua como solvente no epitélio, capaz de dissolver as substâncias odoríferas.

17.2.2 Seios Paranasais

Os seios paranasais são grandes espaços forrados por tecido de característica mucosa, recobrindo os ossos do crânio, etmoide, esenoide, frontal e maxilar, por isso chamado mucoperiósteo. Comunicando-se com a cavidade nasal, a mucosa de cada seio é formada por lâmina própria de tecido conjuntivo que se funde ao periósteo e, à semelhança da cavidade nasal, esta mucosa contém

glândulas seromucosas e elementos linfóides. O epitélio de revestimento desta região, tal qual a cavidade nasal, possui células prismáticas ciliadas, para defesa do organismo com os batimentos ciliares, que “varrem” material particulado para fora da cavidade nasal.

17.2.3 Nasofaringe

Subdividida em três regiões, a nasofaringe é revestida por epitélio respiratório, começando na coana como cavidade contínua que vai até a abertura da laringe. As três regiões são nasofaringe superior, revestida por epitélio respiratório e, nasofaringe oral (média) e faringe laríngea (inferior), que são revestidas por epitélio pavimentoso estratificado. Nesta região a lâmina própria composta por tecido conjuntivo varia de tecido conjuntivo frouxo a denso não modelado, identificando uma região anatômica de transição, vascularizada, com presença abundante de glândulas seromucosas e elementos linfóides. A nasofaringe faz comunicação unitiva com a região de epimísio do músculo esquelético presente na faringe. Nesta região também podem ser encontradas as tonsilas faríngeas, tecido linfático não encapsulado presente na lâmina própria.

17.3 Laringe

A laringe é um importante segmento do trato respiratório superior, responsável pela fonação, assim como pelo controle respiratório na deglutição, impedindo que o alimento, ou fluidos, entrem no sistema respiratório. Situada entre a faringe e a traqueia, tem aspecto rígido e curto, com aproximadamente 4 cm de comprimento por quatro centímetros de largura. Sua estrutura é reforçada por cartilagens hialina e elástica, que se interligam entre si por ligamentos, sendo que os movimentos são controlados por **músculos esqueléticos** conhecidos como **intrínsecos e extrínsecos**.

A luz da laringe possui duas pregas, uma sobre a outra, que se assemelham a prateleiras, em posição superior as **pregas vestibulares**, imóveis, e, em posição inferior as **cordas vocais**, que permitem a formação do som. A lâmina própria das pregas vestibulares,

formada por tecido conjuntivo frouxo, contém glândulas seromucosas, células adiposas e elementos linfóides. As cordas vocais apresentam em suas bordas livres um reforço de tecido conjuntivo denso modelado e tecido elástico, chamado **ligamento vocal**. Para modular os sons, o músculo vocal, que fica preso ao ligamento vocal, auxilia outros músculos intrínsecos da laringe a alterar a tensão das cordas vocais. Durante a fonação as cordas vocais são fortemente aduzidas, estreitando o espaço entre elas, assim, o movimento do ar contra as cordas vocais produz e modula o som (Já a fala é resultado de movimentos da faringe, palato mole, língua e lábios). O som grave vai ter sua altura dependente do quando as cordas vocais estão relaxadas e longas. Após a puberdade, o “engrossamento” da voz masculina se deve ao tamanho da laringe, que é maior no homem do que na mulher, tendendo a voz a ter um timbre mais grave nos homens, se comparado às mulheres. Os movimentos de abdução parcial nas cordas vocais (tração para fora) acontecem durante o processo e respiração silenciosa. Na inspiração forçada as cordas vocais são totalmente abduzidas.

Do ponto de vista histológico, a laringe possui um revestimento por epitélio colunar pseudo estratificado, tal qual a traqueia, excetuando a superfície superior da epiglote e das cordas vocais, estas recobertas por epitélio pavimentoso estratificado não queratinizado. Os cílios presentes na laringe possuem batimentos em direção à faringe, deslocando partículas presas ao muco em direção à boca, onde tanto podem ser engolidos, ou expectorados.

17.4 Traqueia

A **traqueia** (Figura 17.3) é uma parte do trato respiratório superior, formada por um tubo de aproximadamente 12 cm de comprimento, por 2 cm de diâmetro em sua luz. Essa região é formada por 10 a 12 **anéis** de cartilagem hialina em forma de ferradura, ou C, terminando na bifurcação dos brônquios primários. As partes abertas dos anéis são voltadas para trás, sendo ligadas uns aos outros por músculo liso, chamado de **músculo traqueal**. Esta conformação anatômica de interação entre cartilagem e músculo, dá

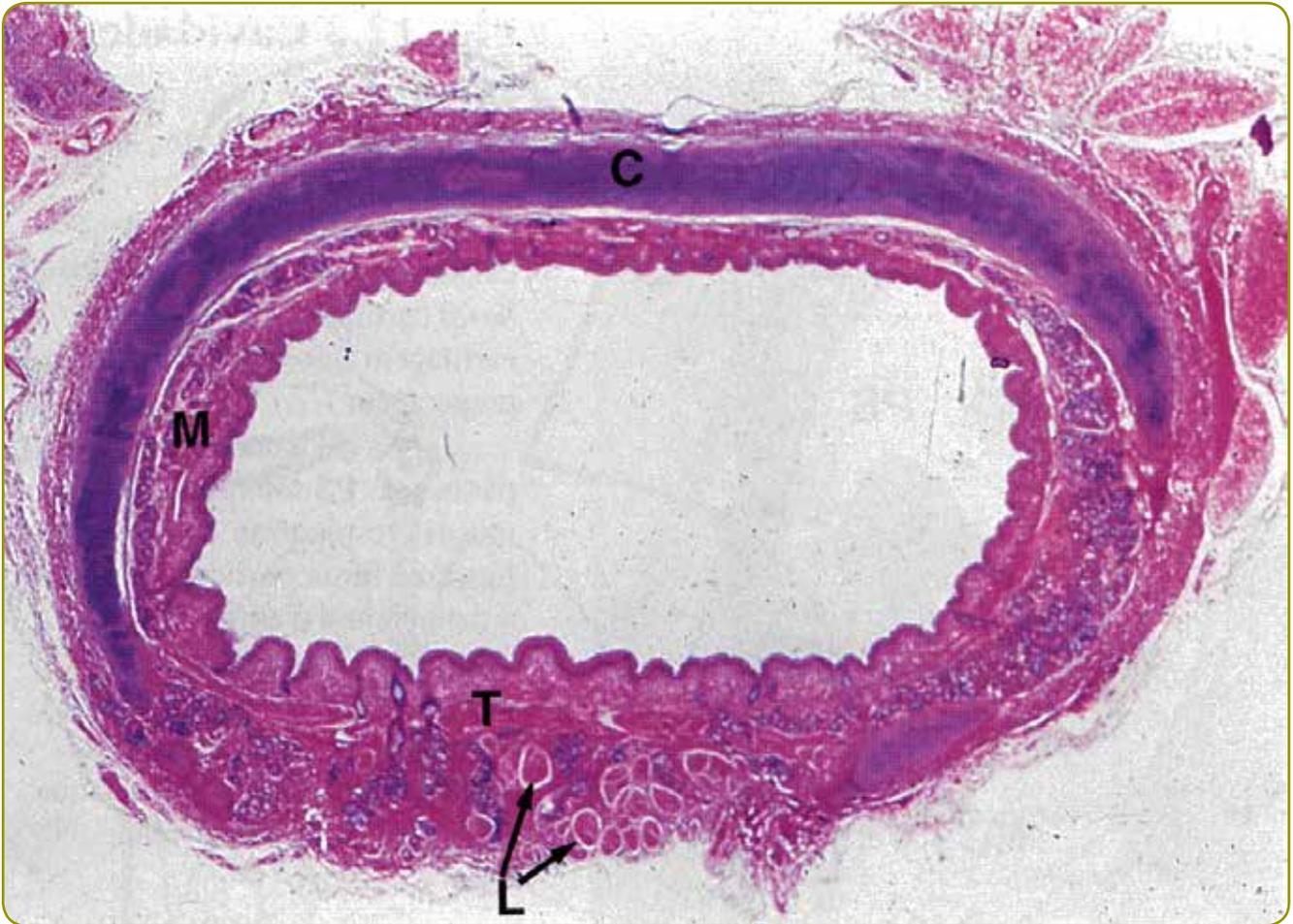


Figura 17.3 -Fotomicrografia panorâmica da traqueia, em corte transversal. Note os anéis em forma de C de cartilagem hialina [C], na parede da traqueia, formando um semicírculo, sustentando a mucosa traqueal [M]. Faixas de músculo liso [T] em corte longitudinal e transversal [L] unem as extremidades livres dos anéis de cartilagem. (Adaptado de BURKITT; 1994, p. 223)

o aspecto arredondado na frente e achatado na parte posterior da traqueia. A flexibilidade da traqueia se deve à ligação de cada anel de cartilagem por meio do pericôndrio, a tecido conjuntivo fibroelástico, o que permite também o alongamento da traqueia durante a inspiração. Esse sistema capaz de contrair e alongar a traqueia é que permite a eliminação de partículas, ou material estranho que possa causar irritação, através da tosse.

Formada por três camadas, mucosa, submucosa e adventícia, a traqueia é revestida por mucosa de epitélio colunar, pseudoestratificado ciliado (Figuras 17.4 A e B), ou epitélio respiratório, como é conhecido esse tipo de organização celular.

A **lâmina própria**, de tecido conjuntivo frouxo fibroelástico subepitelial apresenta também um feixe de fibras elásticas separando a mucosa da submucosa, contendo elementos

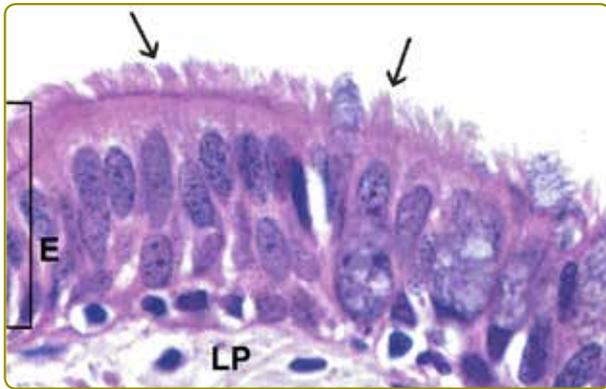


Figura 17.4 A - Epitélio da traqueia: colunar e pseudoestratificado [E] ciliado (setas); lâmina própria [LP]. (Adaptado de BURKITT; 1994, p. 225)

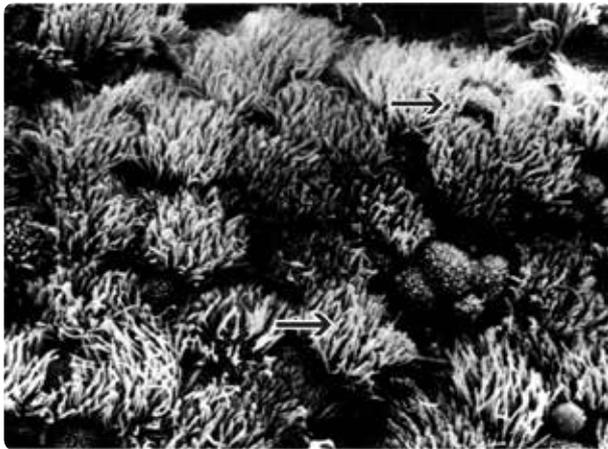


Figura 17.4 B - Micrografia de varredura mostrando os cílios [setas] na superfície das células epiteliais, o muco geralmente presente na mucosa foi removido na técnica de preparo do material. (Adaptado de BURKITT; 1994, p. 225)

linfóides, como nódulos linfáticos, linfócitos e neutrófilos, assim como glândulas mucosas e serosas, que lançam seu produto de secreção através de dutos na superfície do epitélio.

A **submucosa** da traqueia, formada por tecido conjuntivo denso não modelado fibroelástico, possui muitas glândulas mucosas e seromucosas. Com uma vascularização ampla e presença de elementos linfóides, o suprimento sanguíneo e linfático apresenta ramos que chegam à lâmina própria, que é perfurada pelos dutos das glândulas mucosas e seromucosas até a superfície do epitélio.

A **adventícia** da traqueia, formada por tecido conjuntivo fibroelástico, permeia os anéis de cartilagem hialina em forma de C, sendo responsável pela ligação da traqueia com o esôfago e o tecido conjuntivo do pescoço.

No epitélio colunar pseudoestratificado, são encontradas células colunares ciliadas (cerca de 30% da população de células) e células caliciformes produtoras de muco (cerca de 30% da população de células), células basais (consideradas células tronco, representam cerca de 30% da população de células), células em escova (com função desconhecida, representam cerca de 3% da população de células), células serosas (cerca de 3% da população de células, com produção de fluido seroso de função desconhecida) e células do sistema neuroendócrino difuso (cerca de 3 a 4% da população de células). Como cada uma dessas células está em contato com a membrana basal, mas nem todas alcançam a luz do tubo traqueal, o que dá alturas de núcleos diferenciadas parecendo mais camadas celulares, chamamos este epitélio caracteristicamente de pseudoestratificado.

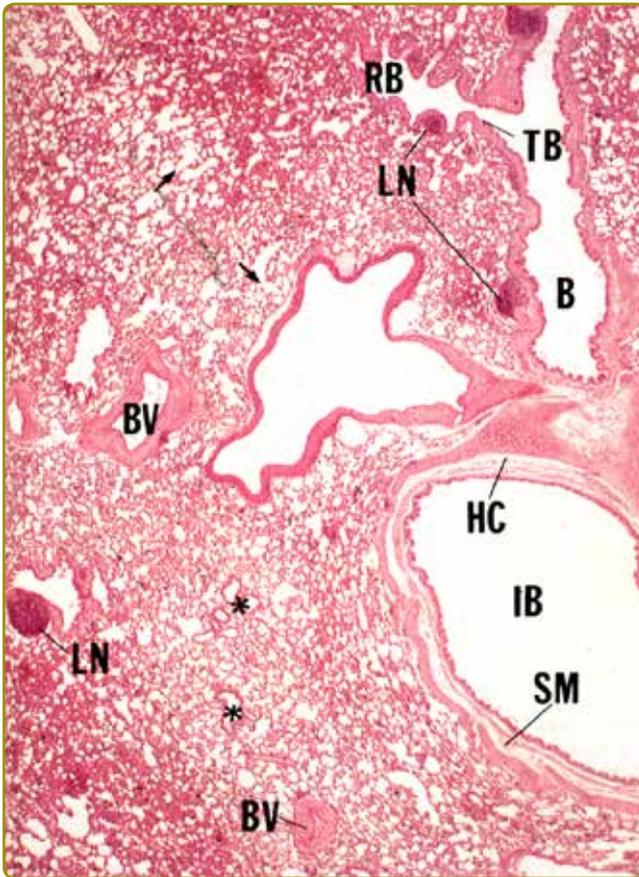


Figura 17.5 - Esta micrografia mostra uma visão geral de um corte de pulmão onde observamos vários condutos que levam o ar e o sangue para dentro e fora do órgão: brônquio [IB] com placas de cartilagem hialina [HC] e músculo liso [SM]; bronquíolo [B]; bronquíolo terminal [TB] e bronquíolo respiratório [RB] em corte longitudinal; vasos sanguíneos [BV]; nódulos linfáticos [LN]; bronquíolos menores [*]; sacos alveolares [setas]. (GARTNER; HIATT, 1993, p. 189)

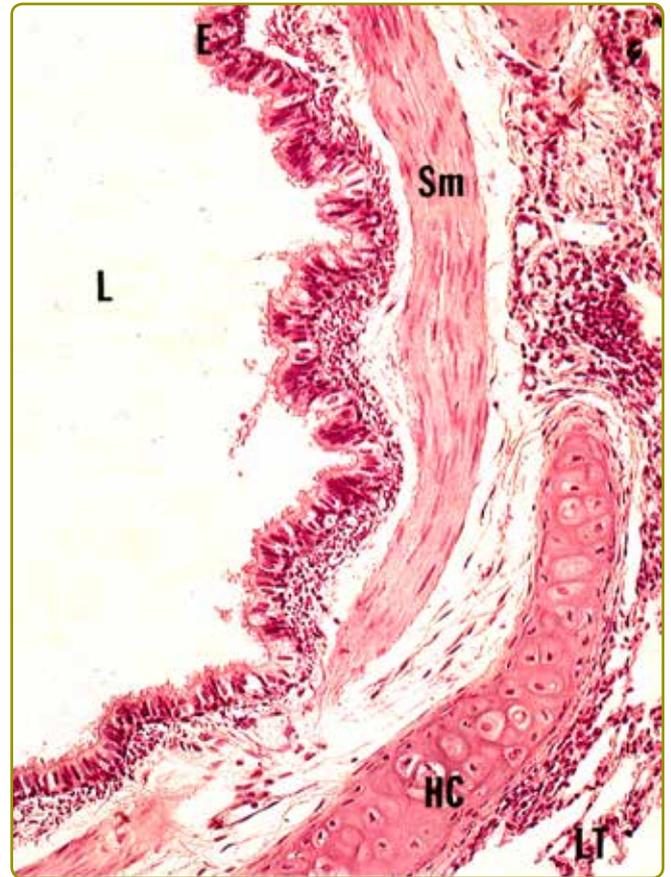


Figura 17.6 - Micrografia de brônquio: note a presença da cartilagem hialina [HC]; musculatura lisa [Sm]; luz [L] bem definida e ampla como epitélio pseudoestratificado ciliado [E]; tecido pulmonar [LT]. (GARTNER; HIATT, 1993, p. 189)

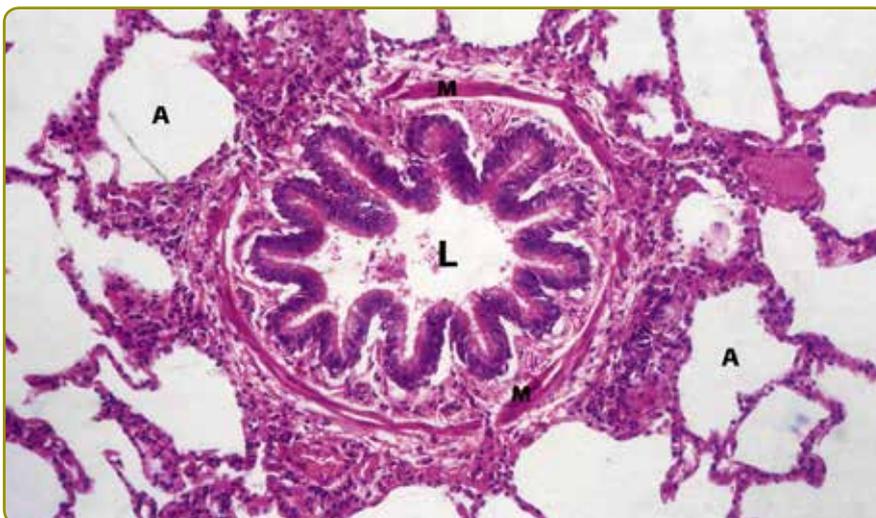


Figura 17.7 - Micrografia de bronquíolo, mostrando o aspecto do epitélio e a musculatura lisa [M] no entorno, com ausência de cartilagem. Note a mucosa bem pregueada, com luz [L] diminuída. Na periferia pode-se visualizar o aspecto dos alvéolos [A]. (Adaptado de GARTNER; HIATT, 1993, p. 189)

17.5 Árvore Brônquica

Veja na Figura 17.5, uma imagem panorâmica do **pulmão** na microscopia de luz, mostrando todos os seus componentes que serão detalhados a seguir. A bifurcação da traqueia marca o início da formação da árvore brônquica, formando os brônquios primários, direito e esquerdo. Como esta estrutura se bifurca gradualmente, vai formando ramos que se assemelham a uma árvore, daí o seu nome (veja a Figura 17.1). Ainda fora dos pulmões, as ramificações da árvore brônquica carrega os brônquios primários extrapulmonares, de estrutura idêntica à da traqueia, encaminhando-se para dentro dos pulmões, com os **brônquios intrapulmonares** (Figura 17.6). Os anéis cartilagosos em C, agora são substituídos por placas irregulares de cartilagem hialina, que envolvem completamente a luz dos brônquios intrapulmonares, secundários e terciários. Os brônquios terciários suprem os segmentos broncopulmonares. A árvore continua se ramificando nos bronquíolos, bronquíolos terminais e finalmente os bronquíolos respiratórios.

Os **bronquíolos** (Figura 17.7) não apresentam mais cartilagem, assim como também os seus ramos e, possuem um diâmetro de menos de 1 mm, com presença de **célula de Clara** no seu epitélio.

O epitélio dos bronquíolos varia passando de colunar simples ciliado, contendo algumas células caliciformes, a células cuboides

As células de Clara são colunares, com o ápice em forma de domo e maciça presença de microvilosidades curtas e grossas, cuja função, acredita-se seja a de produzir secreção que reveste o bronquíolo para proteção. Observações de epitélio pulmonar de pacientes expostos a substâncias agressivas (exemplo do naftaleno) mostraram uma diminuição significativa no número de células de Clara. Assim, além de secretar proteínas que revestem o epitélio pulmonar (proteínas conhecidas como CCSP, ou também chamadas CC10, CC16), essas células teriam a função de degradar toxinas, que junto com o surfactante são capazes de baixar a tensão superficial do bronquíolo e facilitar a manutenção da luz aberta, além de possuírem a capacidade de regenerar o epitélio do bronquíolo. Estudos mais recentes mostram que a secreção das células de Clara, junto a outros fatores secretados por células do epitélio especializado, possuem ação antiinflamatória e imunomoduladora pulmonar.

simples, muitas dessas com cílios, células de Clara ocasionais e, ausência de células caliciformes, a medida que passa dos bronquíolos maiores para os bronquíolos menores.

A **lâmina própria dos bronquíolos** não possuem glândulas, sendo envolvida por rede frouxa de camadas de músculo liso que se arranja de forma helicoidal na estrutura. Fibras elásticas presentes no tecido conjuntivo fibroelástico irradiam-se até as capas de músculo liso dos bronquíolos, ramificando-se para a árvore brônquica.

A região mais distal da porção condutora do sistema respiratório é formada pelos **bronquíolos terminais**. Cada bronquíolo se ramifica em vários bronquíolos terminais, que possuem um diâmetro em torno de 0,5 mm, com luz revestida de epitélio com células de Clara e células cuboides, algumas ciliadas. Assim como a ramificação diminui gradativamente o calibre das vias, também diminuem progressivamente a quantidade de cartilagem, o número de glândulas e de células caliciformes, assim como a altura das células epiteliais e um aumento da musculatura lisa e do tecido elástico, relacionados à espessura da parede, que progressivamente se torna mais e mais achatada, para finalmente permitir a troca de gases nos alvéolos (Figura 17.8).

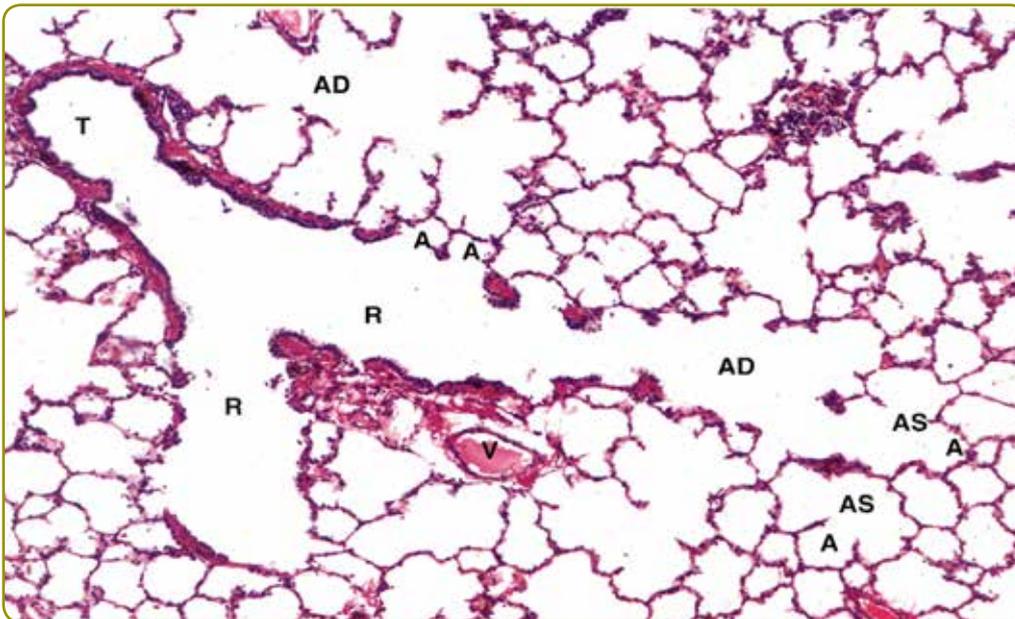


Figura 17.8 - Fotomicrografia da porção terminal da árvore respiratória: bronquíolos terminais [T]; bronquíolos respiratórios [R] apresentando pequeno número de alvéolos [A] isolados; ductos alveolares [AD]; sacos alveolares [AS]; vaso sanguíneo [V]. (BURKITT, 1994, p. 228)

17.6 Porção Respiratória

Fazem parte da **porção respiratória** do sistema os bronquíolos respiratórios, dutos alveolares, sacos alveolares e alvéolos. É nesta porção que as primeiras trocas de gases podem ocorrer.

17.6.1 Bronquíolos respiratórios

Estruturalmente, os bronquíolos respiratórios são muito semelhantes aos bronquíolos terminais, mas suas paredes muito mais delgadas são semelhantes a bolsas. São os alvéolos, capazes de trocar O_2 por CO_2 , com um diâmetro muito estreito, aumentado, porém em número. As múltiplas ramificações dos bronquíolos respiratórios vão formar os dutos alveolares (Figura 17.8)

Os **dutos alveolares** não formam paredes, mas são arranjos anatômicos dos alvéolos, que se dispõem linearmente e, uma vez que se originam dos bronquíolos respiratórios, seguem com as ramificações até terminar em forma de bolsa de fundo cego, formando grupos de dois ou poucos alvéolos muito pequenos, que são chamados **sacos alveolares**, que se abrem no átrio.

17.6.2 Alvéolos

Os alvéolos são estruturas muito delicadas, que recebem um reforço de tecido conjuntivo entre si, chamado de **septo interalveolar**, que garante um pouco da estabilidade do duto alveolar. Controlando a abertura de cada duto alveolar está uma única célula de músculo liso, envolta por colágeno tipo III. Esta estrutura forma um eficiente regulador do diâmetro da abertura do duto, auxiliadas por fibras elásticas delicadas, que ramificam-se desde a periferia dos dutos e dos sacos alveolares, misturando-se a outras fibras elásticas que por sua vez, ramificam-se de outros elementos pulmonares, dando a este órgão a capacidade de distensão sem provocar lesões, característica dos pulmões, no processo da ventilação pulmonar sendo responsável pela expiração não forçada.

As células alveolares são os **pneumócitos tipo I** e **pneumócitos tipo II**(Figura 17.9), sendo os primeiros muito delgados e os segundos um pouco maiores, que formam pequenas bolsas, com

diâmetro aproximado de 200 μm . Essas bolsas fazem parte dos bronquíolos respiratórios, dutos e sacos alveolares. Os **alvéolos formam a unidade estrutural e funcional primária** do sistema respiratório. Com um número em cerca de 300 milhões e uma dimensão aproximada de 0,002 mm^3 , a área de superfície total dos alvéolos é estimada em torno de 140 m^2 , dando aos pulmões um aspecto esponjoso. Como o número de alvéolos é muito grande, pode acontecer deles se pressionarem uns contra os outros, de modo que acabam eliminando o delicado tecido conjuntivo que reforça suas estruturas e forma o **septo interalveolar**, aproximando os alvéolos e permitindo o seu contato, de modo que formam o chamado **poro alveolar de Kohn**, com diâmetro variando entre 8 e 60 μm . A provável função desses poros é de equilibrar a pressão do ar nas estruturas pulmonares.

Ao contrário dos bronquíolos respiratórios e dos dutos alveolares, os alvéolos não possuem células musculares lisas, mas fibras elásticas e fibras reticulares, que garantem a funcionalidade alveolar e, assim como os alvéolos e capilares são constituídos por células epiteliais, eles são envolvidos por uma lâmina basal bem desenvolvida.

O suprimento sanguíneo dos pulmões é feito por uma extensa rede capilar formada por **capilares contínuos**, que são supridos pela artéria pulmonar, sendo drenados pela veia pulmonar. Neste trajeto o sangue venoso vindo do coração e contendo CO_2 trafega por artéria, e o sangue arterial voltando dos pulmões para o coração trafega por veia.

As células **pneumócitos do tipo I**, ou ainda células alveolares do tipo I (e células alveolares pavimentosas) predominam com cerca de 95% na composição da superfície alveolar. Como são muito delgadas, o citoplasma pode ter apenas cerca de 80 μm de

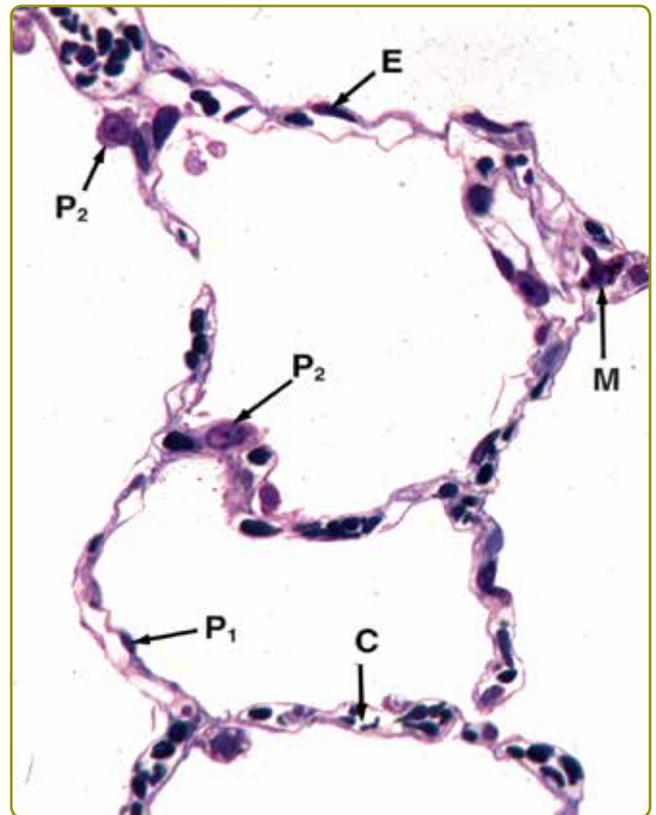


Figura 17.9 - Fotomicrografia dos alvéolos: repare na quantidade de vasos sanguíneos principalmente capilares [C] cheios de hemácias; núcleo de células endoteliais capilares [E]; macrófagos alveolares ou células de poeira [M]; núcleos densamente corados de pneumócito tipo I [P₁]; pneumócito tipo II [P₂]. (BURKITT, 1994, p. 229)

espessura e apresentar um núcleo bastante saliente, que concentra nas suas proximidades algumas mitocôndrias, um pouco de retículo endoplasmático granular (REG) e aparelho de Golgi. Entre os pneumócitos tipo I as junções de oclusão são completamente desenvolvidas, de modo a garantir que não ocorra extravasamento de fluido extracelular para a luz do alvéolo.

Os **pneumócitos tipo II**, também chamados grandes células alveolares, células septais ou células alveolares tipo II, ocupam cerca de 5% da superfície alveolar, com aspecto cuboide e dispersas entre os pneumócitos tipo I, formam junções de oclusão com os pneumócitos tipo I. Elas são reconhecíveis entre os pneumócitos tipo I pela sua superfície apical em forma de domo, que se projeta na luz do alvéolo. Por se localizarem geralmente nas regiões onde os alvéolos adjacentes estão separados, são chamados de células septais. Quando observados ao microscópio eletrônico, os pneumócitos tipo II apresentam microvilosidades curtas na região apical, retículo endoplasmático granular (REG) bem desenvolvido e mitocôndrias abundantes. Essas são as células responsáveis pela produção de **surfactante pulmonar**, sendo a característica mais marcante dessa células a presença de **corpos lamelares** envolvidos por membranas, que contêm o produto modificado no complexo de Golgi e liberado na face trans para vesículas de secreção, chamadas de **corpos compostos**, precursores dos corpos lamelares.

Tanto os pneumócitos do tipo I quanto II se regeneram por mitose.

O **surfactante pulmonar**, sintetizado nos pneumócitos tipo II, é composto por **fosfolipídios** e proteínas. O surfactante é liberado por exocitose na luz do alvéolo, onde se separa nas porções lipídio e proteína, após a formação de uma rede larga. O lipídio inserido numa película mononuclear forma uma interface com o ar. A proteína se insere na camada aquosa situada entre os pneumócitos e a película de fosfolipídio. Esse arranjo diminui a tensão superficial impedindo as paredes alveolares de colabarem. Produzido continuamente pelos pneumócitos tipo II, o surfactante é fagocitado pelos próprios pneumócitos tipo II e por macrófagos alveolares.

Macrófagos alveolares

Derivados dos monócitos, os macrófagos alveolares têm o papel de limpeza na luz dos alvéolos, agindo também nos espaços intersticiais, fagocitando partículas, poeira ou bactérias, que porventura atinjam os alvéolos através do processo de ventilação, mantendo os pulmões em ambiente estéril. Além do papel da fagocitose, junto com os pneumócitos tipo II essas células atuam na captação do surfactante.

Diariamente um número de cerca de 100 milhões de macrófagos migram para os brônquios e são varridos do trato respiratório pela ação dos cílios, levados para a faringe, onde são eliminados pela expectoração ou pela deglutição.

Resumo

O sistema respiratório é formado por uma sequência de vias aéreas classificadas em **porção condutora e porção respiratória** dos pulmões, esta última onde ocorrem as trocas de gases O_2 e CO_2 , junto aos capilares sanguíneos.

Macroscopicamente os pulmões apresentam estruturas diferentes, sendo o pulmão esquerdo formado por dois lobos e o direito por três lobos, com entrada e saída de vasos sanguíneos e linfáticos, bem como de inervação por uma região denominada **hilo**.

As **vias aéreas condutoras**, ou **porção condutora**, formadas por estruturas dentro e fora dos pulmões, são arquitecnicamente arranjadas para umidecer, aquecer, filtrar o ar de grandes partículas de poeira, resíduos e manter as vias aéreas abertas. **Fora** dos pulmões as vias aéreas condutoras são cavidade nasal e boca, nasofaringe, faringe, laringe e traqueia. **Entrando** nos pulmões, brônquios primários e secundários, conhecidos como brônquios lobares, brônquios terciários, ou brônquios segmentares, bronquíolos e bronquíolos terminais.

A **porção respiratória** é formada por **bronquíolos respiratórios, dutos alveolares, sacos alveolares e alvéolos**.

O sistema de defesa respiratório está bem representado por **elementos linfóides**, a partir da cavidade nasal, pela presença de anticorpos (imunoglobulinas IgA, IgE e IgG) produzidos pelos plasmócitos presentes na mucosa nasal, cuja lâmina própria formada por tecido conjuntivo subepitelial é muito vascularizado e formado por muitas células seromucosas. A mucosa olfatória, responsável pela percepção dos odores e aspectos sofisticados do paladar, está presente no teto da cavidade nasal.

Muito semelhantes em estrutura, a histologia das **vias aéreas superiores** apresenta um revestimento formado por três camadas, mucosa, submucosa e adventícia, onde a **traqueia** (o exemplo clássico), apresenta-se com epitélio revestido por mucosa de células colunares, formando uma estrutura pseudoestratificada ciliada, ou **epitélio respiratório**, como é conhecido esse tipo de organização celular.

A **porção respiratória** do sistema são os bronquíolos respiratórios, dutos alveolares, sacos alveolares e alvéolos, estruturas bastante pequenas e adelgadas, muito vascularizadas em sua porção de septo (regiões de tecido conjuntivo que separam os alvéolos), capaz de realizar as trocas de gases O_2 e CO_2 , por difusão através das paredes bronquíolo-alveolares, para os vasos sanguíneos e vice-versa.

As células alveolares são basicamente de dois tipos: **pneumócitos tipo I**, bem pequenos e delgados, em número bem maior e **pneumócitos tipo II** (produtoras de **surfactante**), maiores, capazes de formar pequenas bolsas com diâmetro aproximado de 200 μm , que fazem parte dos bronquíolos respiratórios, dutos e sacos alveolares.

Os **alvéolos** formam a **unidade estrutural e funcional** primária do sistema respiratório. Com um número em cerca de 300 milhões e uma dimensão aproximada de $0,002 \text{ mm}^3$, a área de superfície total dos alvéolos é estimada em torno de 140 m^2 , dando aos pulmões um aspecto esponjoso.

Referências

BURKITT, H. George; WHEATER, Paul R.; YOUNG, Barbara; HEATH, John W. **Histologia funcional**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. 409p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Atlas de Histologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 321p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de Histologia em cores**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 426p.

GARTNER, Leslie P.; HIATT, James L. **Tratado de Histologia em cores**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 575p.

STEVENS, Alan; LOWE, James. **Histologia humana**. 2. Ed. São Paulo: Manole, 2002. 408p.

WANG, Shan-Ze; ROSENBERGER, Cynthia L.; BAO, Yi-Xiao; STARK, James M.; HARROD, Kevin S. Clara **Cell Secretory Protein Modulates Lung Inflammatory and Immune Responses to Respiratory Syncytial Virus Infection**. **The Journal of Immunology**. Disponível em: <<http://www.jimmunol.org/content/171/2/1051.full>> Acesso em: 04 de dezembro de 2016.

A histologia é a parte da biologia que estuda os tecidos do organismo. Neste livro são apresentados de forma simplificada os tecidos básicos, formadores de órgãos. O estudo dos tecidos e o seu arranjo na composição dos órgãos que compõem o organismo, serve de base para o entendimento do funcionamento do ser vivo.

Histologia

ISBN 978-85-12-485-07-8



9 788561 485078