

Tatiana Montanari

auladehisto



Tatiana Montanari

auladehisto

Porto Alegre  
Edição da autora  
2016

# auladehisto

## Tatiana Montanari

Bióloga formada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS),  
Mestre em Ciências Biológicas (Biologia Celular) pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP),  
Doutora em Ciências (Biologia Celular e Tecidual) pela Universidade de São Paulo (USP),  
Pós-doutora em Bioquímica Toxicológica pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM),  
Professora Associada do Departamento de Ciências Morfológicas  
do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da UFRGS

© da autora

1ª edição 2016

ISBN: 978-85-915646-4-4

Direitos reservados desta edição: Tatiana Montanari

Fotografias: Tatiana Montanari, Griscelda da Conceição da Silva, Thaís de Oliveira Plá, Daiene Tórgo Fabretti, Marta Silvana da Motta, Matilde Achaval Elena, Maria Cristina Faccioni-Heuser, Simone Marcuzzo, Fabiana Rigon, Patrícia do Nascimento, Tais Malysz, Francele Valente Piazza e André Luís Ferreira de Meireles.

Ilustrações: Tatiana Montanari e Eliane de Oliveira Borges.

Digitalização das imagens: Tatiana Montanari, Sofia Louise Santin Barilli e Leonardo Lisbôa da Motta.

Navegação: Eliane de Oliveira Borges, Diorlon Nunes Machado, Alexandre Morales e Raymundo Carlos Machado Ferreira.

Fotografia da capa: sistema de Havers, osso compacto. Método de Shmorl. Objetiva de 40x. De Griscelda da Conceição da Silva, Thaís de Oliveira Plá e Tatiana Montanari, UFRGS.

---

Montanari, Tatiana.

auladehisto / Tatiana Montanari. – Porto Alegre: Edição da autora, 2016. 270 p.

Livro digital de acesso aberto.

Disponível em: <http://www.ufrgs.br/auladehisto/>

Inclui figuras, quadros e exercícios.

ISBN: 978-85-915646-4-4

1.Biologia celular. 2.Histologia. 3.Histologia humana - Atlas. 4.Histologia humana – Sistemas.

---

## Prefácio

O ambiente virtual *auladehisto* pretende contribuir para o processo de ensino-aprendizagem de Biologia celular e Histologia nos cursos de graduação nas áreas das Ciências Biológicas e da Saúde.

É ilustrado com fotografias de células, tecidos e órgãos observados na microscopia de luz e na microscopia eletrônica, provenientes do material de aulas práticas ou de projetos de pesquisa.

O registro fotográfico das lâminas histológicas utilizadas em atividades práticas foi viabilizado pelo recebimento de um fotomicroscópio *Olympus* do Programa de Modernização da Infraestrutura das Instituições Federais de Ensino Superior e Hospitais Universitários, do Ministério da Educação. Foram fotografadas as lâminas histológicas da disciplina, confeccionadas nos Laboratórios de Histologia e Ultramicrotomia do Departamento de Ciências Morfológicas da UFRGS. Muitas fotografias foram realizadas com a participação de alunas (citadas no crédito das fotografias) para o estudo extraclasse.

Foram digitalizados os diapositivos de lâminas histológicas do curso de Medicina da UNICAMP e da USP, fotografadas durante o Mestrado e o Doutorado, respectivamente, e o material realizado no período de docência no Departamento de Ciências Morfológicas da UFRGS.

No capítulo de Tecido nervoso, foram incluídas fotomicrografias da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Marcuzzo do Departamento de Ciência Morfológicas e dos seus orientados Francele Valente Piazza e André Luís Ferreira de Meireles.

As eletromicrografias são do Mestrado na UNICAMP, sob orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Heidi Dolder, e contou-se com a colaboração da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Matilde Achaval Elena e da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Cristina Faccioni-Heuser do Departamento de Ciências Morfológicas e das suas orientadas Patrícia do Nascimento, Tais Malysz e Fabiana Rigon.

As ilustrações realizadas no *Adobe Illustrator*, apresentadas nos capítulos dos Sistemas digestório, respiratório e urinário são da Prof.<sup>a</sup> Eliane de Oliveira Borges (Departamento de Fisiologia, UFRGS).

Quando é mencionada a ampliação da imagem, esta foi estimada para visualização em 1024 x 628 (resolução recomendada) ou impressão em papel A4 (21cm x 29,7cm).

Exercícios criados com o *software Hotpotatoes* foram agregados para aumentar a interatividade e motivar a aprendizagem.

A publicação na internet desse recurso educacional visa fomentar a sua acessibilidade e assim oportunizar que um número maior de alunos e professores possa utilizá-lo. Espera-se, com o seu desenvolvimento, contribuir para a qualificação do ensino das Ciências Morfológicas.

Tatiana Montanari

Histologia, além de ser ciência, é arte.

# Sumário

## Capítulo 1 - **Célula**

- 1 – HISTÓRICO
- 2 – CONCEITO
- 3 – CLASSIFICAÇÃO
- 4 – MORFOLOGIA CELULAR
- 5 – MEMBRANA PLASMÁTICA E CITOESQUELETO
- 6 – NÚCLEO E CICLO CELULAR
- 7 – ORGANELAS

## Capítulo 2 - **Tecido Epitelial**

- 1 – CARACTERÍSTICAS
- 2 – PROJEÇÕES CELULARES
- 3 – EPITÉLIO DE REVESTIMENTO
- 4 – EPITÉLIO GLANDULAR
- 5 – CÉLULAS EPITELIAIS ESPECIALIZADAS

## Capítulo 3 - **Tecido Conjuntivo**

- 1 – CARACTERÍSTICAS
- 2 – CÉLULAS E FIBRAS
- 3 – TIPOS DE TECIDO CONJUNTIVO

## Capítulo 4 - **Tecido Nervoso**

- 1 – CARACTERÍSTICAS
- 2 – COMPONENTES
- 3 – SISTEMA NERVOSO CENTRAL
- 4 – SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO

## Capítulo 5 - **Tecido Muscular**

- 1 – CARACTERÍSTICAS
- 2 – MÚSCULO ESTRIADO ESQUELÉTICO
- 3 – MÚSCULO ESTRIADO CARDÍACO
- 4 – MÚSCULO LISO
- 5 – EPIMÍSIO, PERIMÍSIO E ENDOMÍSIO

## Capítulo 6 - **Sistema Circulatório**

- 1 – SISTEMA VASCULAR SANGUÍNEO
- 2 – SISTEMA VASCULAR LINFÁTICO

## Capítulo 7 - **Sistema Linfático**

- 1 – FUNÇÕES
- 2 – TECIDO LINFOIDE
- 3 – ÓRGÃOS LINFOIDES

## Capítulo 8 - **Sistema Digestório**

- 1 – FUNÇÕES
- 2 – CAVIDADE ORAL
- 3 – TUBO DIGESTÓRIO
- 4 – ANEXOS DO TUBO DIGESTÓRIO

## Capítulo 9 - **Sistema Respiratório**

- 1 – FUNÇÕES
- 2 – VIAS AÉREAS SUPERIORES
- 3 – VIAS AÉREAS INTRAPULMONARES

## Capítulo 10 - **Sistema Urinário**

- 1 – FUNÇÕES
- 2 – RINS
- 3 – BEXIGA E VIAS URINÁRIAS

## Capítulo 11 - **Sistema Tegumentar**

- 1 – FUNÇÕES
- 2 – PELE
- 3 – ANEXOS CUTÂNEOS

# Célula

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiana Montanari  
Departamento de Ciências Morfológicas – ICBS – UFRGS

**HISTÓRICO**

**CONCEITO**

**CLASSIFICAÇÃO**

**MORFOLOGIA CELULAR**

**MEMBRANA CELULAR E CITOESQUELETO**

**NÚCLEO E CICLO CELULAR**

**ORGANELAS**



## HISTÓRICO

A invenção de lentes de aumento e a sua combinação no microscópio permitiu uma maior compreensão dos constituintes dos organismos.

Em **1590**, os irmãos **Jansen** inventaram o microscópio.

Em **1611**, **Kepler** apresentou o projeto de um microscópio composto.

Em **1665**, o físico e biólogo **Robert Hooke** analisou fatias de cortiça em um microscópio composto construído por ele. Este aparelho conferia um aumento de 270 vezes. Ele observou compartimentos, os quais designou células (*cell* em inglês, do latim *cella*, que significa câmara, pequeno cômodo).

O microscopista holandês **Antoni van Leeuwenhoek** (1632-1723) dedicava-se à fabricação de microscópios e à pesquisa. Colecionou 419 lentes e 247 microscópios. Foi o primeiro a registrar células livres. Em **1674**, relatou a descoberta do protozoário; em **1677**, do espermatozoide humano, e, em **1683**, da bactéria.

Com a melhoria dos microscópios compostos, **Robert Brown**, em **1833**, descobriu um elemento esférico no centro de uma célula, denominando-o núcleo (do latim *nuculeus*, semente de uma noz pequena, a núcula).

Em **1838**, **Schleiden** formulou o princípio de que todos os vegetais são constituídos de células.

Em **1839**, o anatomista e fisiologista alemão **Theodor Schwann** (1810-1882) estendeu esse princípio para os animais.

Assim, foi estabelecida a **teoria celular**, que afirma que a célula é a menor unidade de vida.

## CONCEITO

A **célula** é a menor unidade estrutural e funcional dos organismos.

Unidade estrutural porque as células constituem os tecidos e os órgãos, e unidade funcional porque são capazes de exercer as funções básicas da vida, como metabolismo, produção de energia e reprodução.

Os **tecidos** são compostos por grupos de células que executam uma função semelhante.

Um **órgão** consiste na organização de diferentes tecidos para exercer determinada função.

Um **sistema** é a organização de diferentes órgãos para desempenhar funções mais complexas do corpo.

## CLASSIFICAÇÃO

As células são classificadas em **procariontes** e **eucariontes** (do grego *pro*, primeiro; *eu*, verdadeiro, e *karyon*, noz, núcleo). Há datação de fósseis de procariontes de três bilhões de anos. Os eucariontes apareceram provavelmente há um bilhão de anos.

Os **procariontes** são as células que não possuem envoltório nuclear delimitando o material genético.

Não possuem também organelas membranosas e citoesqueleto, de modo que não ocorre o transporte de vesículas envolvidas na entrada (endocitose) e na saída (exocitose) de substâncias.

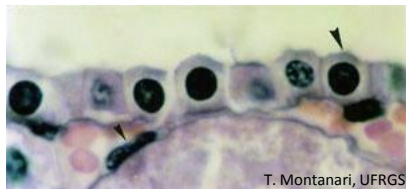
É o caso das bactérias e das algas azuis.

Os **eucariontes** possuem envoltório nuclear, formando um núcleo verdadeiro, o que protege o DNA do movimento do citoesqueleto.

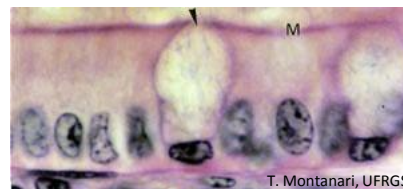
O citoplasma das células eucarióticas, diferente daquele dos procariontes, é subdividido em compartimentos, aumentando a eficiência metabólica, o que permite que atinjam maior tamanho sem prejuízo das suas funções.

Essas células são encontradas nos protozoários, fungos, plantas e animais.

## MORFOLOGIA CELULAR



**Figura 1.2** - Imagem obtida ao microscópio de luz de células pavimentosas (▶) de um vaso sanguíneo e de células cúbicas (▶) de um túbulo renal. HE. Objetiva de 100x (1.373x).



**Figura 1.3** - Fotomicrografia de células colunares e de células caliciformes (▶) no intestino. M - microvilos. HE. Objetiva de 100x (1.373x).

O tamanho e a forma da célula estão relacionados à sua função e são determinados por fatores extrínsecos e intrínsecos, como: pressões externas, organização do citoesqueleto, quantidade de citoplasma e de organelas e acúmulo de produtos de reserva ou secreção.

As células epiteliais são geralmente poliédricas, ou seja, com várias faces.

Quando a largura e o comprimento da célula são maiores que a sua altura, a célula é dita **pavimentosa**.

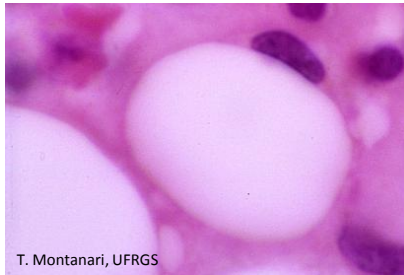
Quando a altura é igual à largura e ao comprimento, ela é denominada **cúbica**.

Quando a altura da célula é maior que a sua largura e o seu comprimento, a célula é **colunar (cilíndrica ou prismática)**.

O núcleo geralmente reflete a morfologia celular, pois seu maior eixo é paralelo ao eixo longitudinal da célula.

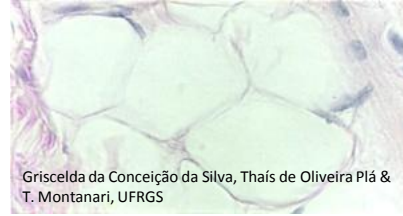
Como frequentemente não se veem os limites das células (a membrana plasmática é muito fina e não é visível ao microscópio de luz), pode-se ter uma ideia da forma da célula pelo núcleo.

Isso não é válido para células que retêm seus produtos de secreção ou de reserva, porque o núcleo fica comprimido por essas substâncias. É o caso da **célula caliciforme** do intestino, que sintetiza e armazena glicoproteínas.



T. Montanari, UFRGS

**Figura 1.4** - Célula adiposa, com forma esférica pelo acúmulo de lipídios. HE. Objetiva de 100x.

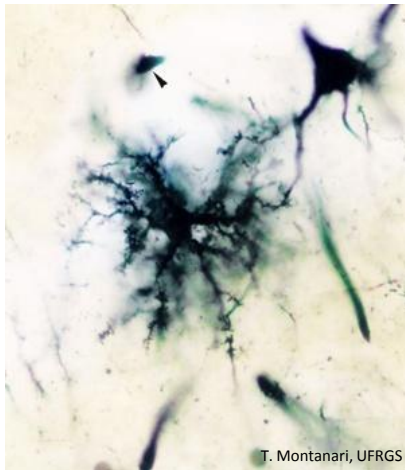


Griscelda da Conceição da Silva, Thais de Oliveira Plá & T. Montanari, UFRGS

**Figura 1.5** - Células adiposas, com forma poliédrica pela compressão recíproca. HE. Objetiva de 40x (550x).

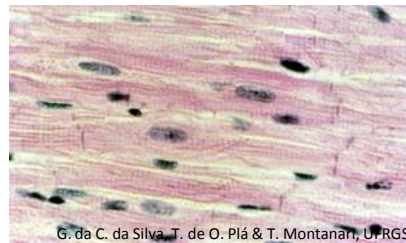
No tecido conjuntivo, há uma grande variabilidade de células e conseqüentemente formas celulares. Ocorrem inclusive mudanças na morfologia em um tipo celular conforme o estado funcional e o ambiente.

Por exemplo, as **células adiposas**, inicialmente **fusiformes**, adquirem uma forma **esférica** com o armazenamento de lipídios e, no tecido adiposo, por causa da compactação, podem ser **poliédricas**.



T. Montanari, UFRGS

**Figura 1.6** - Astrócito (forma estrelada) fazendo contato com os prolongamentos de um neurônio (piramidal). É apontado o oligodendrócito próximo ao prolongamento do neurônio. Cérebro. Método de Golgi. Objetiva de 100x (1.373x).



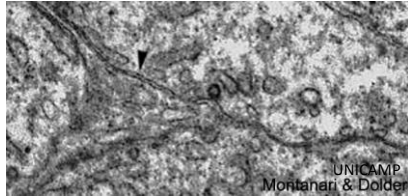
G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS

**Figura 1.7** - Corte longitudinal do músculo estriado cardíaco. HE. Objetiva de 40x (550x).

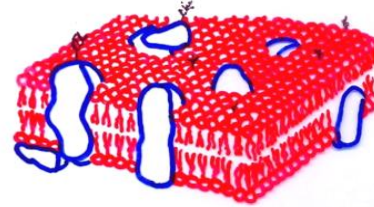
No tecido nervoso, é muito comum células **irregulares**, com prolongamentos que permitem o contato com outras células. Os neurônios podem ser **piramidais**, **estrelados**, **fusiformes**, **piriformes** ou **esféricos**. Os astrócitos são **estrelados**.

As células musculares têm uma maior constância na morfologia, sendo adaptadas à atividade contrátil. São **alongadas: fusiformes** ou **cilíndricas** e, quando se contraem, promovem o encurtamento do tecido.

## MEMBRANA CELULAR E CITOESQUELETO



**Figura 1.8** - Imagem obtida ao microscópio eletrônico de transmissão de células germinativas vizinhas, mostrando a membrana plasmática com sua aparência trilaminar, denominada unidade de membrana (▲). 15.000x.



T. Montanari, UFRGS

**Figura 1.9** - Ilustração do modelo mosaico fluido da membrana plasmática. A bicamada lipídica está em vermelho; as proteínas, em azul, e as cadeias glicídicas, que compõem o glicocálix, em preto. Baseado em Holtzman, E.; Novikoff, A. B. *Células e estrutura celular*. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1985. p. 55.

Delimitando a célula, há a **membrana celular** (ou **plasmática**), que mede 9 a 10nm de espessura (nas organelas, a membrana tem cerca de 7nm) e, portanto, não é visível ao microscópio de luz. Ela se apresenta ao microscópio eletrônico como uma estrutura trilaminar: duas linhas escuras separadas por uma linha central clara, o que é designada **unidade de membrana**.

A membrana celular é uma bicamada lipídica, com proteínas, glicoproteínas, glicolipídios e proteoglicanas inseridas. Esse arranjo recebeu o nome de **modelo mosaico fluido**.

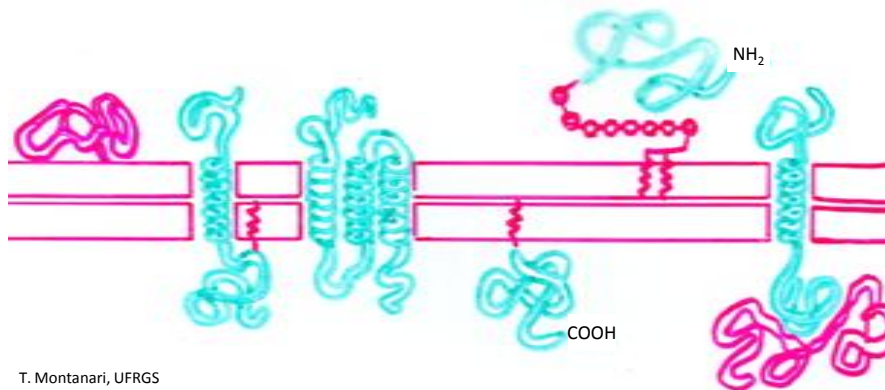


T. Montanari, UFRGS

**Figura 1.10** - Representação do fosfolipídio. Baseado em Alberts, B.; Johnson, A.; Lewis, J.; Raff, M.; Roberts, K.; Walter, P. *Molecular Biology of the cell*. 4.ed. New York: Garland Science, 2002. p. 585.

Os **fosfolipídios** são o principal componente da bicamada lipídica. Eles são anfipáticos, ou seja, exibem uma porção polar (hidrofílica), a cabeça, e uma porção apolar (hidrofóbica), a cauda, que corresponde a duas cadeias de ácidos graxos, sendo uma delas geralmente insaturada, o que provoca uma pequena dobra na cauda. Em meio aquoso, os fosfolipídios organizam-se em duas camadas com a porção hidrofóbica voltada para o interior e a porção hidrofílica para o exterior. Cadeias de ácidos graxos mais curtas e cadeias insaturadas aumentam a fluidez da membrana.

O **colesterol** é responsável pela estabilidade mecânica da bicamada, devido à interação do seu anel esteroide com as regiões hidrocarbonadas da cauda dos outros lipídios. Essa interação diminui a permeabilidade da bicamada a pequenas moléculas solúveis em água.



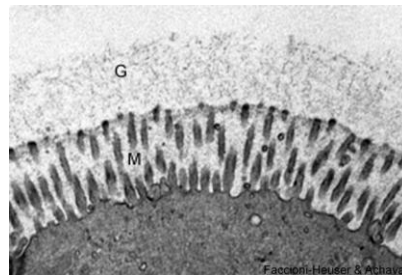
T. Montanari, UFRGS

**Figura 1.11** - Representação dos tipos de proteínas da membrana. Baseado em Alberts et al., 2002. p. 594.

As **proteínas** estão arranjadas assimetricamente na membrana:

- as **proteínas periféricas** estão ligadas não covalentemente a outras proteínas ou à superfície lipídica e são extraídas por métodos que preservam a integridade da membrana, como variação de pH, eliminação de  $\text{Ca}^{2+}$  e tratamento com EDTA;
- as **proteínas integrais** (ou **transmembranas**) são anfipáticas e estão inseridas na bicamada lipídica, de modo que para sua extração é necessário dissolver a membrana com solventes orgânicos;
- as **proteínas ancoradas à membrana** são ligadas covalentemente aos fosfolípidios (processos de acilação ou prenilação na face citosólica e âncora de glicofosfatidilinositol na face não citosólica), exigindo métodos drásticos para sua extração;
- as **proteínas semi-inseridas** estão posicionadas na parte hidrofóbica da membrana e na parte hidrofílica do citosol.

As proteínas de membrana podem servir como proteínas estruturais, enzimas, ligantes, canais, carreadores e receptores. As proteínas ligantes ancoram o citoesqueleto à matriz extracelular. Os canais e os carreadores permitem a passagem de substâncias. Os receptores geralmente correspondem à porção oligossacarídica das glicoproteínas e dos glicolipídios e ligam-se a hormônios e a outras moléculas que influenciam o funcionamento celular.



**Figura 1.12** - Eletromicrografia da superfície de uma célula, onde o glicocálix (G) é visível. M – microvilos. 13.500x. Cortesia de Maria Cristina Faccioni-Heuser e Matilde Achaval Elena, UFRGS.

A porção glicídica das glicoproteínas, dos glicolipídios e das proteoglicanas da membrana plasmática constitui o **glicocálix**. Ele tem 10 a 50nm de espessura e carga negativa por causa dos grupos sulfato e carboxila das cadeias glicídicas. Devido a essa carga elétrica, ele atrai cátions, como os íons  $\text{Na}^+$ , aumentando a sua disponibilidade para o uso da célula e criando um ambiente hidratado por atraírem água. Glicoproteínas e proteoglicanas secretadas são adsorvidas pelo glicocálix e contribuem para a sua constituição.

Todas as células eucariontes têm glicocálix. Ele protege a célula de danos químicos e físicos e permite o reconhecimento e a adesão das células. Os oligossacarídeos do glicocálix podem atuar como antígenos, como o sistema ABO de grupos sanguíneos nas hemácias. Em algumas células, como as do epitélio intestinal, as glicoproteínas do glicocálix têm propriedades enzimáticas.

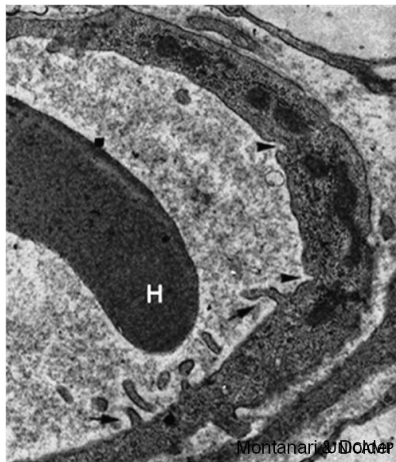
Moléculas pequenas e apolares, como, por exemplo, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, nitrogênio (N<sub>2</sub>), benzeno e óxido nítrico (NO), e moléculas pequenas, polares e não carregadas, como H<sub>2</sub>O, ureia, glicerol e etanol, atravessam rapidamente a membrana por **difusão simples**, deslizando entre as moléculas de lipídios a favor do gradiente de concentração.

Moléculas carregadas, como íons, aminoácidos e nucleotídeos, e moléculas não carregadas maiores, como a glicose e a sacarose, precisam da intermediação de proteínas da membrana para o transporte. Quando esse transporte é a favor do gradiente eletroquímico é denominado **difusão facilitada**.

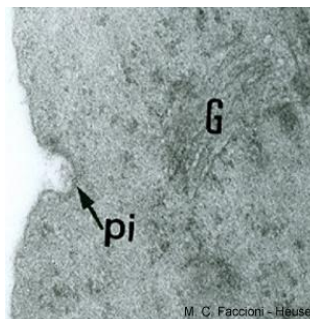
Como a difusão simples e a difusão facilitada não envolvem o dispêndio de energia, são consideradas situações de **transporte passivo**.

O transporte de substâncias pelas proteínas transportadoras contra um gradiente eletroquímico envolve a quebra de ATP e é denominado **transporte ativo**. É o caso do transporte de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> pela Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> ATPase (ou bomba de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>).

As proteínas transportadoras podem realizar os seguintes tipos de transporte: **uniporte**, quando um único soluto é transportado de um lado da membrana para outro; **simporte**, quando o transporte de um soluto depende do transporte de um segundo na mesma direção, e **antiporte**, quando o transporte de um soluto leva ao transporte de um outro na direção oposta.



**Figura 1.13** - Nesse capilar, observam-se depressões para a pinocitose (▶) e projeções envolvidas na macropinocitose (◄). H – hemácia. 19.800x.



**Figura 1.14** - Invaginação da membrana plasmática para a pinocitose (pi). G – complexo de Golgi. Cortesia de Maria Cristina Faccioni-Heuser, UFRGS.

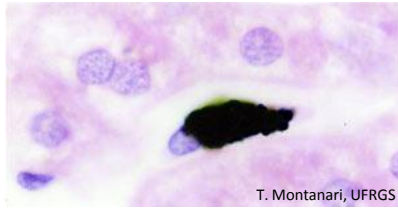
A entrada de substâncias na célula com a invaginação da membrana plasmática em vesículas é denominada **endocitose**, enquanto a saída de substâncias pela fusão de vesículas à membrana é a **exocitose**.

A **pinocitose** ou **endocitose de fase fluida** é a ingestão de fluido e solutos através de vesículas de superfície lisa, com 50 a 80nm de diâmetro, formadas a partir da invaginação da membrana.

A **endocitose mediada por receptor** é uma captura seletiva de macromoléculas, que envolve vesículas revestidas com receptores. As cavéolas, que são revestidas pela proteína caveolina, possuem 50 a 100nm, e as vesículas revestidas por clatrina, cerca de 200nm.

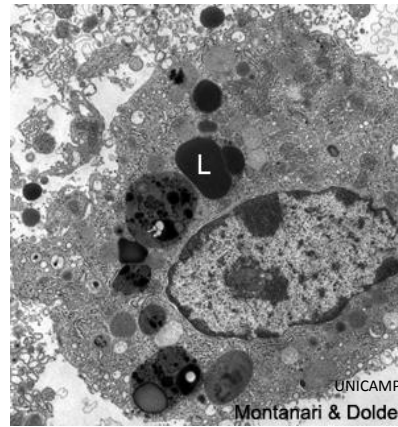
Muitas cavéolas em células endoteliais (revestimento dos vasos sanguíneos) estão envolvidas na **transcitose**, processo pelo qual as vesículas derivadas de uma superfície atravessam a célula e liberam o seu conteúdo na outra superfície.

Há ainda a **macropinocitose**, onde uma projeção da membrana circunda e internaliza o material.



T. Montanari, UFRGS

**Figura 1.15** - Macrófago do fígado (célula de Kupffer) que fagocitou partículas de nanquim. HE. Objetiva de 100x (1.373x).

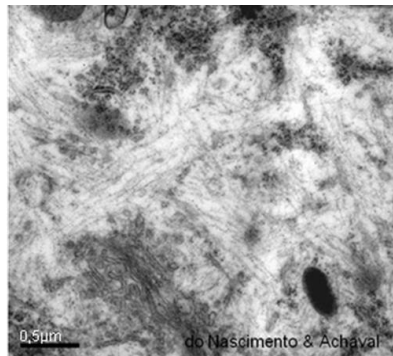


UNICAMP

Montanari & Dolder

**Figura 1.16** - Eletromicrografia de macrófago rico em lisossomos (L) para digerir o material fagocitado. 6.286x.

A **fagocitose** é a ingestão de partículas maiores, tais como micro-organismos ou restos celulares, através da emissão de pseudópodos e a formação de grandes vesículas (maiores que 250nm), os fagossomos.



do Nascimento & Achaval

**Figura 1.17** - Eletromicrografia do citoplasma de neurônio, onde se observa o citoesqueleto entre as organelas. Cortesia de Patrícia do Nascimento e Matilde Achaval Elena, UFRGS.

O **citoesqueleto** é uma complexa rede de filamentos proteicos: os filamentos de actina, os filamentos intermediários, os filamentos de miosina e os microtúbulos.



T. Montanari, UFRGS

**Figura 1.18** - Filamento de actina. Baseado em Alberts et al., 2002. p. 916.

Os **filamentos de actina** (5 a 9nm de diâmetro) são resultantes da polimerização da proteína **actina G** (G - globular).

Estão por todo o citoplasma, mas são mais concentrados na periferia. Contribuem para a forma celular; sustentam os microvilos e os estereocílios, especializações da superfície apical; permitem o transporte de vesículas na endocitose e na exocitose; participam na adesão das células; posicionam macromoléculas, como o RNAm e complexos enzimáticos; são importantes para a migração celular durante o desenvolvimento embrionário ou em cultura; organizam o anel contrátil, responsável pela citocinese, e constituem os filamentos finos das células musculares, contribuindo na contração.

Os **filamentos intermediários** (8 a 10nm de diâmetro) são formados por proteínas fibrosas.

São bastante resistentes e estão envolvidos na manutenção da forma da célula e no posicionamento de organelas.

Conforme o tipo celular, há citoqueratina, vimentina, desmina, proteína ácida fibrilar glial, periferina ou neurofilamentos.

A **citoqueratina** é exclusiva das células epiteliais, mas é uma família grande com mais de 50 isoformas. Os filamentos de citoqueratina (**tonofilamentos**) podem se agrupar em feixes, as **tonofibrilas**. Esses filamentos contribuem para a adesão das células e conferem resistência mecânica ao tecido.

A **vimentina** é expressa em células de origem mesenquimal, como nas células epiteliais que revestem os vasos sanguíneos (células endoteliais) e as cavidades (células mesoteliais) e nos fibroblastos, que são células do tecido conjuntivo. Ela forma uma rede em volta do núcleo, mantendo sua posição na célula.

A **desmina** é encontrada nas células musculares e nas células mioepiteliais.

A **proteína ácida fibrilar glial** (**GFAP** de *glial fibrillary acidic protein*) é identificada nos astrócitos e nas células de Schwann; a **periferina** ocorre em muitas células do sistema nervoso periférico, e os **neurofilamentos**, nos neurônios.

Há ainda as **lamínas**, que estão no nucleoplasma e estão associadas ao envoltório nuclear.





T. Montanari, UFRGS

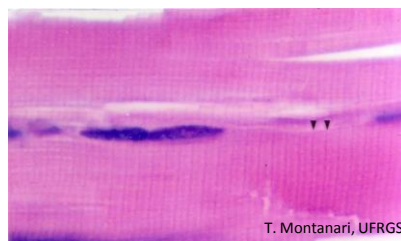
**Figura 1.19** - Molécula de **miosina II**. Baseado em Alberts et al., 2002. p. 950.

Os **filamentos de miosina** (10 a 15nm de diâmetro) são formados pela **miosina II**. Ela tem uma porção alongada, em bastão, denominada cauda, formada por duas cadeias polipeptídicas em  $\infty$ -hélice, enroladas uma na outra e, na extremidade, duas porções globulares, que correspondem às cabeças, com atividade ATPase e sítio de ligação à actina. Entre a cabeça e a cauda, há uma região flexível que funciona como dobradiça, proporcionando a mudança conformacional necessária à função motora. A cada cabeça aderem duas cadeias leves, com papel estrutural na estabilização da miosina.

Os filamentos de miosina estão presentes nas células musculares, onde pela sua espessura são denominados **filamentos grossos** (ou **espessos**). O deslizamento dos filamentos finos ao longo dos filamentos grossos promove a contração muscular.

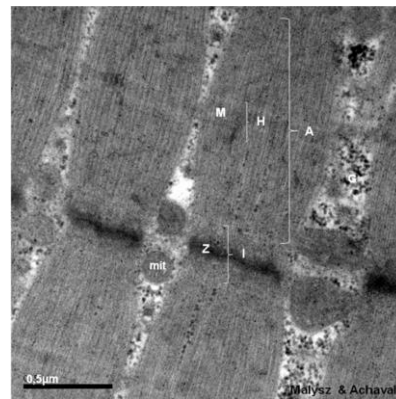
A **miosina II** também ocorre em células não musculares, como, por exemplo, no anel contrátil da citocinese, nas fibras de estresse dos fibroblastos e na trama terminal das células epiteliais.

A **miosina I** e a **miosina V** permitem o deslocamento de vesículas e organelas ao longo dos filamentos de actina.



T. Montanari, UFRGS

**Figura 1.20** - No músculo estriado esquelético, os filamentos finos e espessos dispõem-se de tal maneira que bandas claras e escuras alternam-se ao longo da célula. As bandas claras (bandas I) contêm somente filamentos finos, e as bandas escuras (bandas A) possuem filamentos finos e espessos. No centro da banda I, há uma linha escura, a linha Z, constituída por filamentos intermediários de desmina e de vimentina e por proteínas que ancoram os filamentos de actina. As linhas Z delimitam a unidade repetitiva das miofibrilas, o sarcômero (►). HE. Objetiva de 100x (1.373x).



**Figura 1.21** - Eletromicrografia do músculo estriado esquelético, onde são indicadas as bandas A e I e a linha Z. No centro da banda A, há uma região mais clara, a banda H, onde somente filamentos de miosina são encontrados. No centro dessa banda, há uma faixa escura, a linha M, com proteínas que interligam os filamentos de miosina. Ainda são assinaladas as mitocôndrias (mit) e o glicogênio (G). Cortesia de Tais Malysz e Matilde Achaval Elena, UFRGS.



**Figura 1.22** - Início da formação do flagelo a partir do centríolo distal da espermatíde. 63.000x.



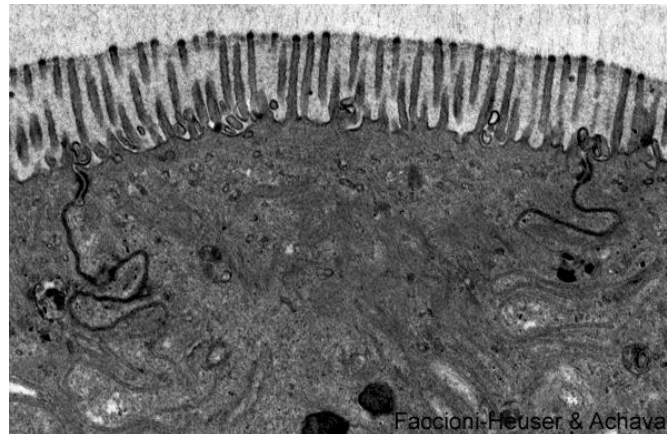
**Figura 1.23** - Corte transversal do axonema do flagelo do espermatozoide. 187.500x.

Os **microtúbulos** (25nm de diâmetro) são estruturas cilíndricas, ocas, constituídas por 13 protofilamentos com as proteínas globulares  $\alpha$  e  $\beta$ -**tubulinas**. Eles se originam no centro organizador de microtúbulos (MTOC), onde há um par de centríolos envolvidos em uma matriz de tubulinas.

Os **centríolos** têm um arranjo de nove trincas periféricas de microtúbulos. Cada microtúbulo possui uma extremidade negativa, que não cresce e que geralmente está embutida no MTOC, e uma extremidade positiva, onde as tubulinas se polimerizam em direção à periferia da célula.

Os microtúbulos mantêm a forma da célula; posicionam organelas e permitem o deslocamento das vesículas, das organelas e dos cromossomos. Nas células epiteliais, centríolos próximos à superfície servem de base para formar o **axonema** (nove duplas periféricas e um par central de microtúbulos), que é a estrutura interna dos cílios e do flagelo.

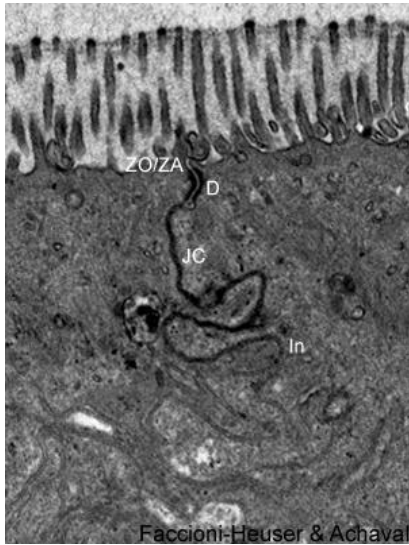
Há proteínas que se associam aos microtúbulos: as **dineínas** e as **cinesinas**, por exemplo, movimentam vesículas e organelas ao longo dos microtúbulos, sendo que as dineínas o fazem em direção à extremidade negativa, portanto, no sentido do centro da célula e as cinesinas para a extremidade positiva, ou seja, para a periferia.



**Figura 1.24** - Eletromicrografia da célula do epitélio intestinal unida a suas vizinhas por junções celulares. Cortesia de Maria Cristina Faccioni-Heuser e Matilde Achaval Elena, UFRGS.

As **junções celulares** são especializações da membrana plasmática nas faces basolaterais das células que selam o espaço intercelular, promovem a coesão ou possibilitam a passagem de substâncias.

Utilizando a célula epitelial do intestino como exemplo, identificam-se as seguintes estruturas: **zônula de oclusão**, **zônula de adesão**, **desmossomos**, **junções comunicantes**, **interdigitações (invaginações ou pregas basolaterais)** e **hemidesmossomos**.



Faccioni-Heuser & Achaval

**Figura 1.25** - Aumento das junções celulares: zônulas de oclusão e de adesão (ZO/ZA), desmossomo (D), junções comunicantes (JC) e interdigitações (In). 21.000x. Cortesia de Maria Cristina Faccioni-Heuser e Matilde Achaval Elena, UFRGS.

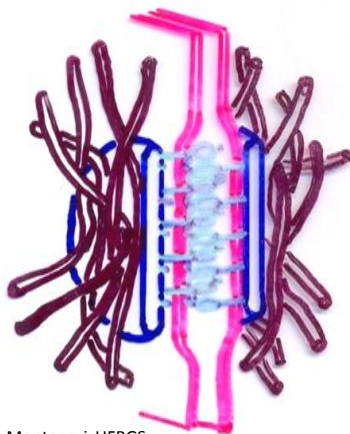
O conjunto das zônulas de oclusão e de adesão e dos desmossomos é denominado **complexo unitivo**.

A **zônula de oclusão** (ou **junção tight**; do inglês, estreita) está localizada na porção mais apical das superfícies laterais, como um cinto ao redor da célula. É formada pelas proteínas transmembranas **claudinas** e **occludinas** e, no lado citoplasmático, pelas proteínas **ZO-1**, **ZO-2** e **ZO-3**, entre outras. **Filamentos de actina** ancoram-se às proteínas periféricas. As proteínas transmembranas unem os folhetos externos das membranas vizinhas em vários pontos.

Essa fusão impede a passagem de substâncias maiores que 1,5nm, permitindo somente a difusão de água, íons e pequenas moléculas; delimita compartimentos de composição química diferente, e impede a migração dos componentes da membrana entre a superfície apical e a superfície basolateral, confinando as proteínas transportadoras e contribuindo para a polaridade da célula.

A **zônula de adesão** está situada em uma faixa circular na célula abaixo da zônula de oclusão. É formada pelas glicoproteínas transmembranas **caderinas**, que, na presença de  $Ca^{2+}$ , ligam as membranas vizinhas. Na face interna da membrana, há  **$\alpha$ -catenina**,  **$\beta$ -catenina**,  **$\gamma$ -catenina** (ou **placoglobina**), **vinculina** e  **$\alpha$ -actinina**. Esta última interconecta as caderinas aos **filamentos de actina**.

Essa zônula promove a adesão das células e é importante para o estabelecimento de outras junções, para a manutenção da polaridade e para o reconhecimento celular.



T. Montanari, UFRGS

**Figura 1.26** - Ilustração do desmossomo. Baseado em Alberts et al., 2002. p. 1073.

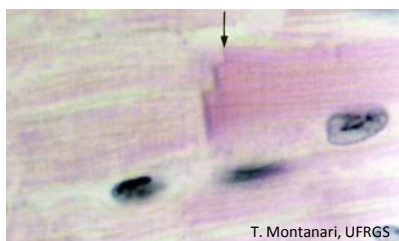
Os **desmossomos** são estruturas em disco, com 100 a 500nm de comprimento. Na presença de  $Ca^{2+}$ , as proteínas transmembranas **desmogleínas** e **desmocollinas** da família das caderinas unem as membranas vizinhas. O lado citoplasmático dessas proteínas interage com as **placoglobinas**, que, por sua vez, se associam às **desmoplaquinas**. A estas últimas ancoram **filamentos de citoqueratina (tonofilamentos)** nas células epiteliais, de **desmina** nas células musculares e de **vimentina** nas células de origem mesenquimal.

Os desmossomos permitem a adesão das células, sendo abundantes em tecidos sujeitos a estresse mecânico.

As **junções comunicantes** (ou **junções gap**; do inglês, fenda) consistem em canais hidrofílicos formados pelas proteínas transmembranas **conexinas**.

Seis conexinas arranjam-se circularmente no **conéxon**, que faz correspondência com aquele de outra célula. A luz do canal é de 1,5nm de diâmetro, limitando a passagem de substâncias menores que 1kD, como íons, nucleotídeos, monossacarídeos, aminoácidos, vitaminas, alguns hormônios e os mensageiros secundários AMPc, GMPc e IP3.

Essas substâncias são responsáveis pela comunicação entre as células. Portanto, essas junções promovem o acoplamento elétrico e metabólico, sendo importantes, por exemplo, na sincronização, diferenciação e proliferação das células.



**Figura 1.28** - O disco intercalar ( → ) do músculo estriado cardíaco é constituído por junções comunicantes, que permitem a comunicação das células através da passagem de íons, e por interdigitações, junções de adesão e desmossomos, que promovem a adesão das células. HE. Objetiva de 100x (1.373x).



**Figura 1.29** - Corte semifino do rim, mostrando um túbulo cujas células possuem microvilos (M), que aumentam a superfície para absorção de substâncias, e invaginações e mitocôndrias ( ► ) para o transporte de íons. Azul de toluidina. Objetiva de 100x (1.373x).

As **interdigitações** resultam de um imbricamento das superfícies basal e lateral das células vizinhas, o que aumenta o seu contato e reforça a sua adesão. Elas são abundantes em células sujeitas à tração.

As interdigitações são também denominadas **invaginações** ou **pregas basolaterais**, porque são invaginações das superfícies basal e lateral das células. Ocorrem nas células envolvidas no transporte de líquidos e íons, aumentando a superfície para a inserção de proteínas transportadoras. Há uma concentração de mitocôndrias entre as invaginações para fornecer energia ao transporte ativo de íons. A presença das invaginações e das mitocôndrias confere uma aparência estriada à porção basal da célula observada ao microscópio de luz. São encontradas, por exemplo, nos túbulos renais e nos ductos de glândulas salivares.

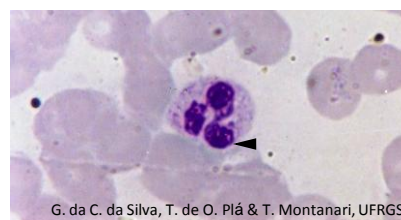
**Quadro 1.1** - Quadro comparativo sobre as junções celulares:

	Proteínas transmembranas	Proteínas do lado citoplasmático	Filamentos associados	Funções
<b>Zônula de oclusão</b>	claudinas e ocludinas	ZO-1, ZO-2, ZO-3 e outras	actina	efeito selador, impede a passagem de substâncias maiores de 1,5nm, polaridade e compartimentalização
<b>Zônula de adesão</b>	caderinas	cateninas ( $\infty$ -catenina, $\beta$ -catenina e $\gamma$ -catenina ou placoglobina), vinculina e $\infty$ -actinina	actina	adesão entre as células, estabelecimento de outras junções, polaridade e reconhecimento celular
<b>Desmossomo</b>	caderinas: desmogleínas e desmocolinas	placoglobinas e desmoplaquinas	citoqueratina, desmina ou vimentina	adesão entre as células, estabilidade mecânica
<b>Junções comunicantes</b>	conexinas	---	---	passagem de substâncias até 1,5nm, comunicação entre as células, acoplamento elétrico e metabólico
<b>Hemidesmossomo</b>	integrinas e BPAG2 (BP180 ou colágeno do tipo XVII)	erbina, plectina e BPAG1(ou BP230)	citoqueratina e actina	adesão da célula à matriz extracelular (à laminina e ao colágeno do tipo IV da lâmina basal)
<b>Contato focal</b>	integrinas	vinculina, talina, paxilina, FAK e $\infty$ -actinina	actina	interação da célula com a matriz extracelular para a migração (p. ex., fibronectina), diferenciação, proliferação e sobrevivência
<b>Interdigitações, invaginações ou pregas basolaterais</b>				aumenta o contato e a adesão das células vizinhas, aumenta a superfície para a inserção de proteínas transportadoras de íons

## NÚCLEO E CICLO CELULAR



**Figura 1.30** - Neurônio do gânglio sensitivo, onde é possível observar o núcleo esférico, claro (eucromático), com alguns grumos de heterocromatina e nucléolo proeminente. HE. Objetiva de 100x (851x).



**Figura 1.31** - Neutrófilo com núcleo lobulado, heterocromático e com cromatina sexual (►). Giemsa. Objetiva de 100x (1.373x).

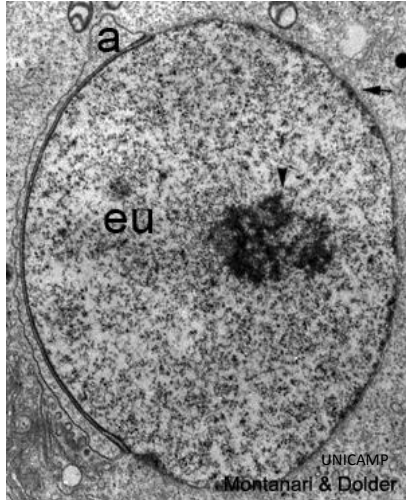
O tamanho e a forma do **núcleo** variam conforme o tipo celular. Geralmente mede entre 5 e 10 $\mu$ m e é **alongado, ovoide, esférico ou lobulado**.

O núcleo tem o material genético, o **ácido desoxirribonucleico (DNA)**, o qual está enrolado em proteínas básicas, as **histonas**, formando a **cromatina**. Segundo o grau de condensação, ela é classificada em **eucromatina** (difusa e transcrita) e **heterocromatina** (condensada e geralmente inativa).

O núcleo está presente quando a célula encontra-se na interfase do ciclo celular. Durante a divisão, a cromatina condensa-se em cromossomos, e a membrana nuclear desintegra-se.

O **nucléolo** é uma área não circundada por membrana, geralmente esférica, com 1 a 3 $\mu$ m de diâmetro, onde ocorre a produção dos ribossomos. Nele o DNA ribossômico (DNAr) é transcrito em RNAr, e este é envolvido por proteínas para formar as subunidades ribossômicas.

Nas pessoas do sexo feminino, há um pequeno apêndice em forma de baqueta de tambor no núcleo. Consiste em um dos cromossomos X bastante condensado e, conseqüentemente, inativo. É chamado de **cromatina sexual** ou **corpúsculo de Barr**.



**Figura 1.32** - Eletromicrografia de espermátide redonda, mostrando o núcleo com eucromatina (eu) e nucléolo bem desenvolvido (►). É possível observar o envoltório nuclear com sua membrana dupla (►) apesar do acrossoma (a) recobrir parte do núcleo. 10.909x.

O núcleo é delimitado pelo **envoltório nuclear** (ou **carioteca**), constituído por duas membranas separadas pelo espaço perinuclear.

Cada membrana mede cerca de 6nm, e o espaço entre elas, 10 a 30nm.

A membrana externa do envoltório nuclear é contínua a do retículo endoplasmático e tem ribossomos, os quais sintetizam proteínas transmembranas das membranas nucleares.

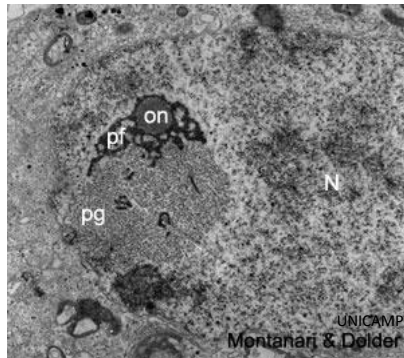
A membrana interna é associada à cromatina e à lâmina nuclear.

A **lâmina nuclear** é uma camada de 80 a 100nm, constituída principalmente pelos filamentos intermediários **lamínas A, B e C**, arranjados em uma rede.

Ela está envolvida na organização nuclear, na regulação do ciclo celular, na diferenciação e na expressão de genes e na replicação e na transcrição do DNA. Serve de suporte para as membranas do envoltório nuclear e para a cromatina.

As lamínas separam-se durante a mitose, desintegrando o envoltório nuclear, e reúnem-se quando a divisão termina, refazendo-o.

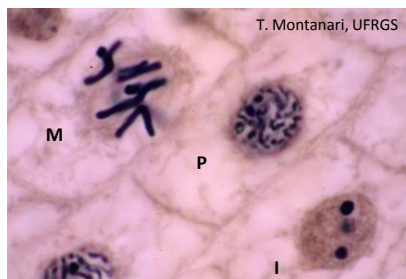
Em vários pontos, as membranas fundem-se em poros delimitados por complexos proteicos, os **complexos de poro**. Eles medem 100 a 125nm de diâmetro e são constituídos por três conjuntos de anéis proteicos, filamentos citoplasmáticos, um transportador e uma cesta nuclear. Através deles, há o transporte de substâncias entre o núcleo e o citoplasma.



**Figura 1.34** - Neste núcleo (N), distinguem-se os componentes do nucléolo: organizador nucleolar (on), *pars fibrosa* (pf) e *pars granulosa* (pg). 10.208x.

No **nucléolo**, há três áreas:

- a **pars amorpha**, clara, corresponde às alças de DNA das regiões organizadoras nucleolares (**NOR** de *nucleolar organizing regions*), que codificam o RNAr;
- a **pars fibrosa**, com o DNAr sendo transcrito em RNAr, e
- a **pars granulosa**, onde as moléculas de RNAr sofrem o processamento final e se associam às proteínas provenientes do citoplasma para constituir as subunidades ribossômicas.



**Figura 1.35** - Fotomicrografia de células em interfase (I) e em mitose: prófase (P) e metáfase (M). Raiz de cebola. Hematoxilina férrica. Objetiva de 100x (1.373x).



**Figura 1.36** - Além da célula em interfase (I), há uma célula em anáfase (A). Raiz de cebola. Hematoxilina férrica. Objetiva de 100x (1.373x).

O **ciclo celular** consiste em duas etapas: a **interfase** e a **mitose**.

A **interfase** é dividida em:

- **fase G1**: há o crescimento da célula com intensa síntese de RNA e de proteínas necessárias para a replicação do DNA;
- **fase S**: há a duplicação do DNA, e
- **fase G2**: há a verificação se o DNA foi duplicado de forma correta e a síntese de RNA e de proteínas para a divisão celular.

Na **mitose (fase M)**, a célula divide-se em duas, e o material genético duplicado na interfase é repartido entre as células-filhas. A mitose pode ser subdividida nas seguintes fases:

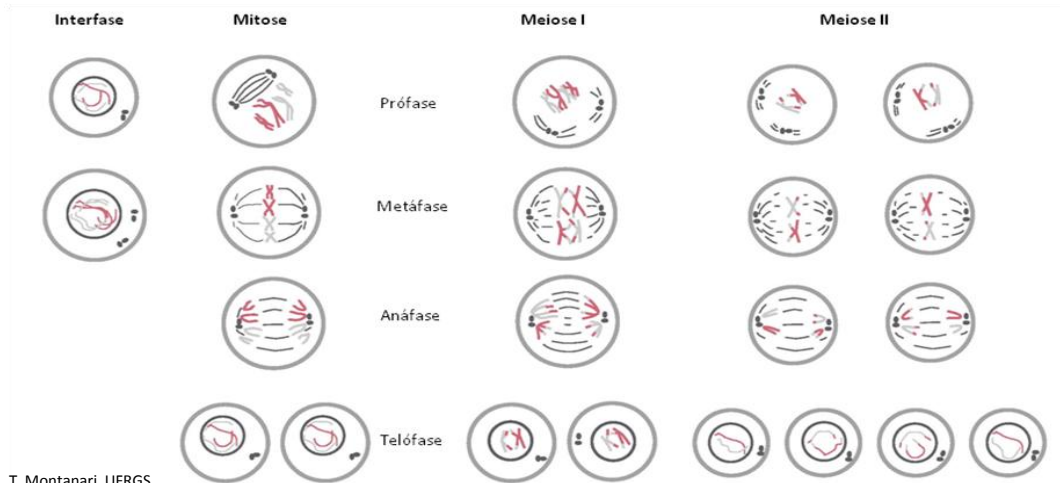
- **prófase**: há a condensação da cromatina em cromossomos; cada cromossomo possui duas cromátides, unidas pelo centrômero; aderido ao centrômero, há o cinetócoro, ao qual se fixam os microtúbulos do fuso mitótico; com a condensação da cromatina, os nucléolos desaparecem; há a desintegração do envoltório nuclear em consequência da fosforilação das laminas, o que rompe a lâmina nuclear;
- **metáfase**: os cromossomos, ligados aos microtúbulos do fuso, migram para o equador da célula;
- **anáfase**: há a separação das cromátides-irmãs e a sua migração para os polos da célula através do deslizamento ao longo dos microtúbulos;
- **telófase**: há a descondensação dos cromossomos em cromatina, com reaparecimento do nucléolo; com a desfosforilação das laminas, a carioteca é refeita; há a divisão do citoplasma (citocinese), devido ao anel contrátil de filamentos de actina e moléculas de miosina II, originando duas células-filhas iguais à célula-mãe.

As células germinativas são ainda capazes de se dividir por **meiose**, derivando células-filhas haploides.

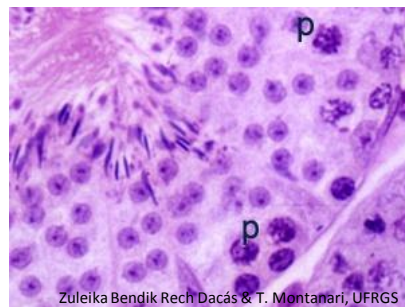
A meiose consiste de duas etapas de divisões, antecedidas somente por uma etapa de duplicação do DNA.

A meiose reduz a quantidade do material genético dos gametas de diploide para haploide e, com a fusão deles na fertilização, a diploidia da espécie é restabelecida.

Proporciona ainda a variabilidade genética através da troca de segmentos entre os cromossomos maternos e paternos no *crossing-over* e da segregação aleatória desses cromossomos nos gametas.



**Figura 1.37** - Esquema comparativo entre a mitose e a meiose. Adaptado de Browder, L. W.; Erickson, C. A.; Jeffery, W. R. *Developmental Biology*. Philadelphia: Saunders College, 1991. p. 25.

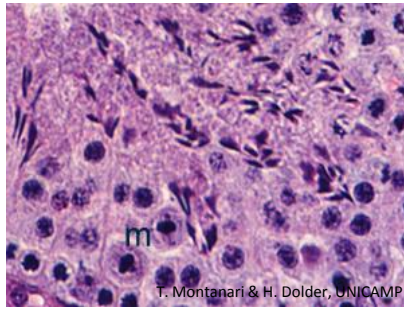


**Figura 1.38** - Segmento de testículo de camundongo, com a presença de espermatócitos primários em prófase (p). HE. Objetiva de 40x.

Na primeira meiose, a **prófase** é bastante longa, dividida nos seguintes estágios:

- **leptóteno**: os cromossomos são longos e finos, associados ao envoltório nuclear;
- **zigóteno**: os cromossomos-homólogos pareiam-se através da formação do complexo sinaptonêmico;
- **paquíteno**: inicia a condensação do material genético e ocorre a troca de segmentos entre os cromossomos-homólogos (recombinação gênica ou *crossing-over*);
- **diplóteno**: o complexo sinaptonêmico dissolve-se, e os cromossomos-homólogos tentam se separar, mas ficam unidos nos quiasmas, os locais de *crossing-over*;
- **diacinese**: os cromossomos estão bastante espiralizados, há o desaparecimento dos quiasmas, do nucléolo e da carioteca e há a formação do fuso de microtúbulos.





**Figura 1.39** - Metáfases (m) no epitélio do testículo de camundongo. HE. Objetiva de 40x.

Na **metáfase**, há a disposição dos cromossomos-homólogos no equador da célula. Os cromossomos interagem com os microtúbulos através do cinetócoro, que geralmente está próximo ao centrômero.

Na **anáfase**, os cromossomos-homólogos separam-se e migram para os polos opostos da célula. A segregação aleatória de um membro paterno ou materno de cada par contribui para a variabilidade genética.

Na **telófase**, há a descondensação dos cromossomos, a reconstituição do envoltório nuclear e a citocinese. São formadas duas células-filhas, com metade do número de cromossomos da célula-mãe, mas cada cromossomo apresenta duas cromátides.

A segunda meiose assemelha-se à mitose.

A **prófase** é mais curta e mais simples do que a prófase da primeira meiose (ou até mesmo ausente). Nela ocorre a condensação da cromatina em cromossomos e o desaparecimento do nucléolo e da carioteca.

Na **metáfase**, os cromossomos dispõem-se no equador da célula.

Na **anáfase**, as cromátides-irmãs separam-se e migram para os polos opostos da célula.

Na **telófase**, há a descondensação dos cromossomos, a reorganização do envoltório nuclear e a citocinese das células em células-filhas haploides tanto ao que se refere ao número de cromossomos como à quantidade de DNA.



**Figura 1.40** - São observadas células germinativas em apoptose. Notar a posição excêntrica do núcleo, a condensação do material genético junto à carioteca e o surgimento de vacúolos na célula. HE. Objetiva de 100x.



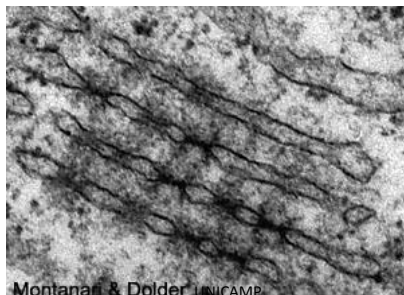
**Figura 1.41** - Célula apoptótica com o material genético já fragmentado. HE. Objetiva de 100x.

Injúria severa provoca a morte da célula por **necrose**, onde ocorre seu intumescimento e sua ruptura, com liberação das enzimas lisossômicas, causando dano ao tecido e reação inflamatória.

Condições fisiológicas normais ou estímulos patológicos brandos induzem a **apoptose**, onde há a diminuição no volume celular, perda da função mitocondrial e alterações nucleares. Estas são:

- **picnose**, em que há condensação da cromatina, retraindo o núcleo em uma massa basófila até um corpo esférico, escuro;
- **cariorrexis**, onde a clivagem do DNA por endonucleases dependentes de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  fragmenta o núcleo, e
- **cariólise**, em que a atividade aumentada da DNAase dissolve o DNA, levando ao desaparecimento do núcleo. Os corpos apoptóticos, com fragmentos do núcleo e do citoplasma, são fagocitados por macrófagos ou por células vizinhas, sem resposta inflamatória.

## ORGANELAS

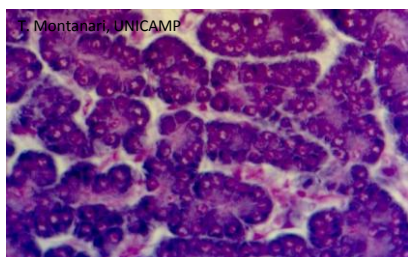


Montanari & Dolder, UNICAMP

**Figura 1.42** - *Lamela anulata* em célula germinativa de camundongo.

As **lamelas anulares** (ou **lamela anulata**) são pilhas de membranas com complexos de poro. São comuns em células germinativas e em algumas células tumorais.

**Garnier (1897)** denominou ergastoplasma a região basófila do citoplasma que corresponde ao retículo endoplasmático rugoso.



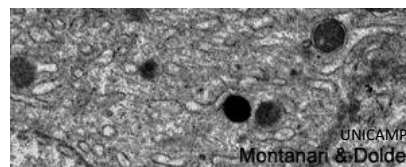
T. Montanari, UNICAMP

**Figura 1.43** - Ácinos pancreáticos. O citoplasma basófilo foi denominado ergastoplasma. Atualmente sabe-se que corresponde ao retículo endoplasmático rugoso. Hematoxilina e floxina.



UNICAMP  
Montanari & Dolder

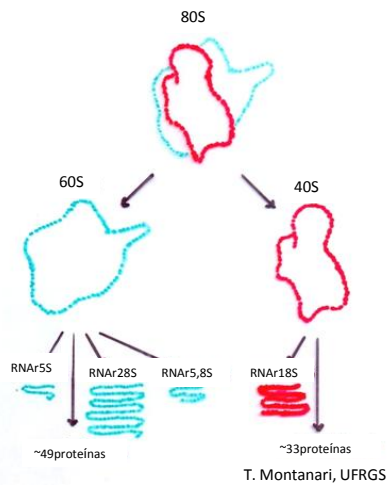
**Figura 1.44** - Retículo endoplasmático rugoso. 22.000x.



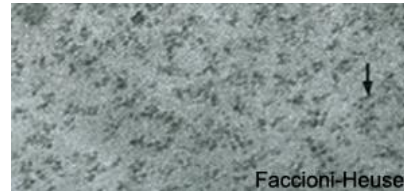
UNICAMP  
Montanari & Dolder

**Figura 1.45** - Retículo endoplasmático liso. 13.000x.

O retículo endoplasmático é constituído por um sistema de membranas em forma de túbulos, vesículas e cisternas. Se os ribossomos estão associados, o retículo endoplasmático é dito **retículo endoplasmático rugoso (RER)**. Se não houver ribossomos, é designado **retículo endoplasmático liso (REL)**.



**Figura 1.46** - Ilustração das subunidades ribossômicas dos eucariontes. Baseado em Alberts et al., 2002. p. 343.



**Figura 1.47** - Citoplasma de reticulócito rico em polissomos (➡), os quais estão envolvidos na síntese de hemoglobina. Cortesia de Maria Cristina Faccioni-Heuser, UFRGS.

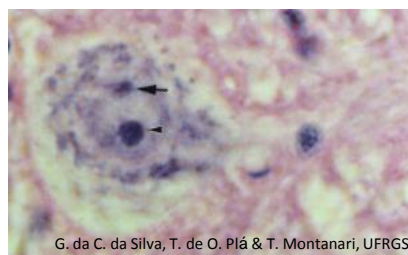
Os **ribossomos** são pequenas partículas (12nm de largura e 25nm de comprimento), compostas de proteínas e RNAr. Cada ribossomo é composto por uma subunidade maior e uma subunidade menor, com valores de sedimentação de 60S e 40S, respectivamente.

Os ribossomos são responsáveis pela síntese de proteínas.

Os ribossomos ficam livres no citoplasma quando sintetizam proteínas do citosol, do núcleo, das mitocôndrias e dos peroxissomos. Eles se associam a uma fita de RNAm, formando grupos em forma de círculos, espirais ou rosetas, denominados **polissomos** ou **polirribossomos**.

Quando as proteínas são destinadas para as demais organelas, para o envoltório nuclear, a membrana celular ou o exterior, os ribossomos estão associados ao retículo endoplasmático, formando o retículo endoplasmático rugoso.

O retículo endoplasmático liso contém enzimas para a síntese de lipídios, inclusive dos fosfolipídios da membrana celular e dos hormônios esteroides, o metabolismo do glicogênio e a detoxicação de certas drogas, inclusive álcool. Ele está ainda envolvido na formação e na reciclagem da membrana e, em algumas células, no sequestro de  $Ca^{2+}$ .

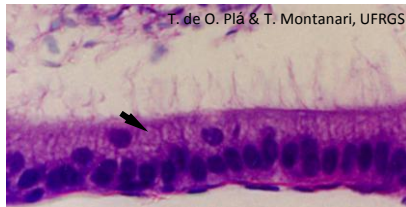


**Figura 1.48** - O neurônio da medula espinal exibe características de célula sintetizadora de proteínas: núcleo claro devido à cromatina frouxa, nucléolo proeminente (➡) e grânulos basófilos (substância de Nissl) no citoplasma, referentes ao retículo endoplasmático rugoso e aos ribossomos. Cromatina sexual (➡). HE. Objetiva de 40x (imagem recortada e ampliada: 1.045x).

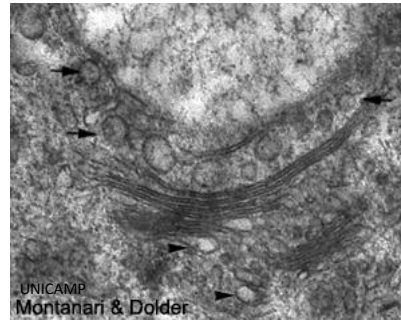


**Figura 1.49** - Células da adrenal, cujo citoplasma eosinófilo se deve à riqueza em retículo endoplasmático liso para a síntese de hormônios esteroides. A vacuolização é resultado da perda das gotículas lipídicas no processamento histológico. HE. Objetiva de 40x (550x).

Em **1898**, o neuro-histologista italiano **Camillo Golgi**, ao examinar neurônios de cérebro fixado em uma solução de bicromato e impregnado com um sal de prata, observou uma estrutura reticulada e escura, que denominou *apparato reticulare interno*.



**Figura 1.50** - Células do epidídimo, cujo complexo de Golgi (▶) é bem desenvolvido para a síntese de glicoproteínas. HE. Objetiva de 40x (imagem recortada e ampliada).



**Figura 1.51** - As cisternas do Golgi organizam-se em cis, média e trans. Antes da face cis, há a rede cis do Golgi, que recebe vesículas do retículo endoplasmático (▶) e, após a face trans, há a rede trans do Golgi, de onde saem as vesículas de secreção (▶). 33.333x.

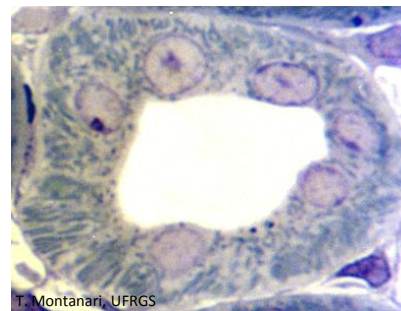
As proteínas sintetizadas no retículo endoplasmático rugoso vão para o **complexo de Golgi**, onde são acrescentados resíduos de açúcares, um processo denominado glicosilação. Elas podem ser ainda sulfatadas, fosforiladas ou sofrerem processamento proteolítico, que as convertem em proteínas ativas. Lipídios também são glicosilados e sulfatados nessa organela. O Golgi realiza o empacotamento e a distribuição das macromoléculas para a secreção, para a membrana plasmática ou para outras organelas.

A microscopia eletrônica mostra que o Golgi é constituído por um conjunto de três a 10 cisternas achatadas e empilhadas e vesículas. A cisterna mais próxima ao núcleo e ao retículo endoplasmático, situada no lado convexo da organela, é designada **face cis**, enquanto a que se localiza na região oposta, voltada para o exterior, no lado côncavo, é a **face trans**. Antes da face cis do Golgi, há a **rede cis do Golgi**, formada por sáculos e túbulos interconectados que recebem vesículas do retículo endoplasmático e, após a face trans, há a **rede trans do Golgi**, de onde saem as vesículas de secreção.

**Altmann**, no final do **século XIX**, observou as mitocôndrias em uma grande variedade de células, corando-as seletivamente com fucsina ácida. Denominou-as bioblastos, sugerindo que consistiam em formas elementares de vida que se encontravam presentes em todos os tipos celulares e que, como as bactérias, eram capazes de uma existência independente.



**Figura 1.52** - Mitocôndrias coradas em um túbulo renal. Altmann. Objetiva de 100x (1.373x).



**Figura 1.53** - As mitocôndrias (bastões azulados) são abundantes no túbulo distal do rim, onde ocorre transporte ativo de íons. Corte semifino corado com azul de toluidina. Objetiva de 100x (1.922x).

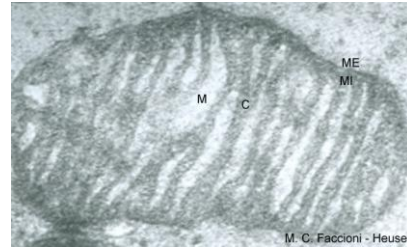
A forma e o tamanho das **mitocôndrias** variam, podendo ser esféricas, alongadas ou pleomórficas, com 0,5 a 1µm de diâmetro e 1 a 10µm de comprimento.

Além da morfologia, a quantidade e a localização das mitocôndrias estão relacionadas à necessidade energética das células, sendo que são abundantes naquelas que demandam energia e são concentradas em regiões na célula onde a energia é requerida. Isso porque produzem ATP através da oxidação de carboidratos, lipídios e aminoácidos.

Além da produção de ATP, as mitocôndrias regulam a concentração de certos íons no citoplasma, um papel que compartilham com o retículo endoplasmático liso.



**Figura 1.54** - Mitocôndrias. 44.000x.



**Figura 1.55** - São indicadas, na mitocôndria, a membrana externa (ME), a membrana interna (MI), as cristas (C) e a matriz mitocondrial (M). Cortesia de Maria Cristina Faccioni-Heuser, UFRGS.

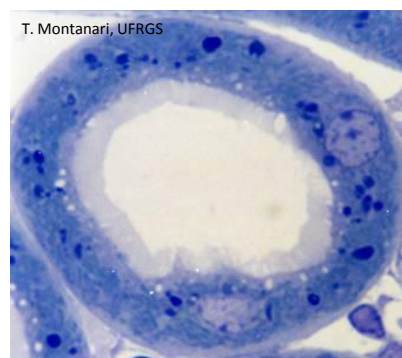
A mitocôndria apresenta duas membranas, sendo que a membrana interna invagina-se nas cristas. O compartimento entre as duas membranas é o espaço intermembranoso. Limitada pela membrana interna, há a matriz mitocondrial.

O cientista belga **Christian Duve** postulou, em **1955**, a existência dos lisossomos a partir de dados bioquímicos. Ele e seus colaboradores encontraram enzimas hidrolíticas, como a fosfatase ácida, em frações de células hepáticas de ratos, obtidas por centrifugação diferencial. Em **1965**, Duve nomeou os peroxissomos. Pelo trabalho pioneiro na estrutura e função de organelas, com os seus estudos em lisossomos e peroxissomos, ele ganhou o prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina em 1974.

Os **lisossomos** são pequenas organelas membranosas (0,2 a 0,5 $\mu$ m), com enzimas hidrolíticas, como, por exemplo, fosfatases, proteases, nucleases, glicosidases, lipases, fosfolipases e sulfatases.

Essas enzimas são ativas em pH ácido, e esse pH é mantido por H<sup>+</sup> ATPases que bombeiam H<sup>+</sup> para a organela.

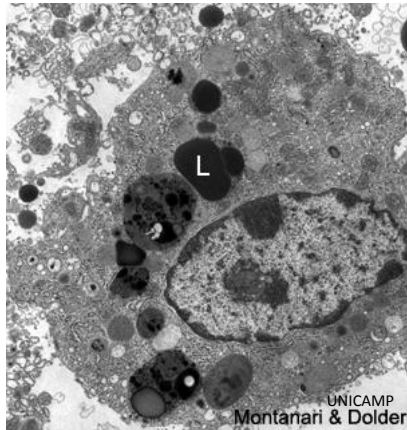
Os lisossomos coram-se por técnicas citoquímicas para a fosfatase ácida.



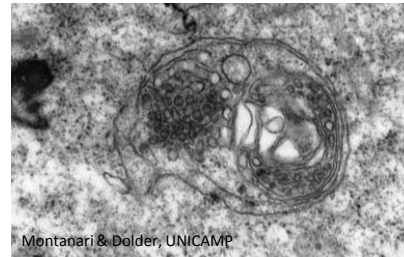
**Figura 1.56** - Lisossomos (corpos escuros) no túbulo proximal do rim. Corte semifino corado com azul de toluidina. Objetiva de 100x.

O material a ser digerido pode ser internalizado pela endocitose no caso de macromoléculas ou pela fagocitose se são partículas grandes ou micro-organismos.

Organelas velhas ou em desuso são também digeridas pelos lisossomos, e esse processo é denominado **autofagia**.



**Figura 1.57** - Eletromicrografia de macrófago rico em lisossomos (L). 6.286x.



**Figura 1.58** - Autofagossomo, ou seja, vesícula envolvida na autofagia, na digestão de organelas.

Os **peroxissomos** são encontrados em quase todos os tipos celulares, mas são mais comuns nas células do fígado e do rim. São organelas membranosas esféricas ou ovoides, medindo 0,1 a 0,5 $\mu$ m, com uma matriz granular fina e, em muitas espécies, com um depósito cristalino.

Podem ser identificados por técnicas citoquímicas para a catalase.

Possuem enzimas da  $\beta$ -oxidação dos ácidos graxos de cadeias longas e muito longas, como a acilcoenzima oxidase, que encurtam as cadeias até o tamanho médio para serem oxidadas nas mitocôndrias.

Há também enzimas que oxidam aminoácidos, como a D-aminoácido-oxidase, e que participam da síntese do colesterol e dos ácidos biliares.

Em alguns mamíferos e répteis, a degradação do ácido úrico, resultante do catabolismo das purinas, é catalisada pela urato oxidase, que o converte em alantoína, a qual é excretada. Essa enzima não é encontrada nos primatas, em aves e em alguns répteis, e o ácido úrico é excretado. Enquanto, em aves e nesses répteis, o ácido úrico é o principal excreta, nos primatas, é a ureia, produzida nas mitocôndrias e no citosol.

A urato oxidase geralmente aparece como um cristalóide, denominado nucleóide. Tendo em vista a ausência dessa enzima no ser humano, os peroxissomos de células humanas não apresentam essa estrutura.

Quando da oxidação dos substratos orgânicos nos peroxissomos, há a retirada de átomos de hidrogênio, que são combinados com o  $O_2$ , produzindo  $H_2O_2$  (peróxido de hidrogênio). Essa substância oxidante é prejudicial à célula e é logo degradada pela enzima catalase em água e oxigênio ( $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$ ). A catalase pode também utilizar o oxigênio do peróxido de hidrogênio (transformando-o em água) para oxidar diversas substâncias, como o álcool e medicamentos, contribuindo para a detoxicação.

Como as mitocôndrias, os peroxissomos formam-se pela fissão das organelas pré-existentes, com a importação das proteínas do citoplasma e de fosfolípidios da membrana do retículo endoplasmático.

# **Tecido Epitelial**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiana Montanari  
Departamento de Ciências Morfológicas – ICBS – UFRGS

**CARACTERÍSTICAS**

**PROJEÇÕES CELULARES**

**EPITÉLIO DE REVESTIMENTO**

**EPITÉLIO GLANDULAR**

**CÉLULAS EPITELIAIS ESPECIALIZADAS**

## CARACTERÍSTICAS

O termo **tecido epitelial** foi introduzido pelo anatomista holandês Ruysch no século XVIII.

A denominação **epitélio** (do grego *epi* – sobre; *theleo* – papila) refere-se à localização desse tecido sobre o tecido conjuntivo, que comumente forma projeções chamadas papilas.

O revestimento é uma das funções do epitélio. Ele cobre a superfície do corpo, protegendo-o. Reveste os tratos digestório, respiratório e urogenital, as cavidades corporais e os vasos sanguíneos e linfáticos.

O epitélio realiza ainda absorção, como nos intestinos, excreção, como nos túbulos renais, e secreção, como nas glândulas. Tipos especiais de epitélios desempenham função germinativa, como o epitélio dos testículos e função sensorial, como o dos órgãos sensoriais.

O **epitélio** caracteriza-se pela **justaposição das células** e pela **pouca matriz extracelular**.

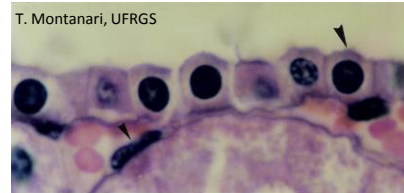
O **tecido epitelial** é composto pelas **células epiteliais** e pela matriz extracelular, que consiste na **lâmina basal**.

As **células epiteliais** são justapostas, poliédricas (várias faces), com muito citoplasma, citoesqueleto desenvolvido e polaridade.

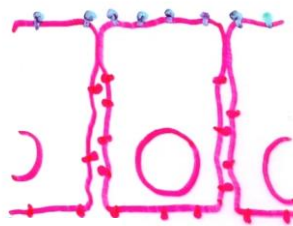
Elas são justapostas devido à presença de junções celulares e de pouca matriz extracelular.

A abundância de citoplasma está relacionada com a intensa atividade bioquímica. Essas células realizam vários processos metabólicos como síntese e secreção.

O citoesqueleto contém filamentos de actina, filamentos intermediários de vimentina e de citoqueratina e microtúbulos.



**Figura 2.1** - Imagem obtida ao microscópio de luz de células epiteliais pavimentosas ( ▶ ) de um vaso sanguíneo e de células epiteliais cúbicas ( ▶ ) de um túbulo renal. HE. Objetiva de 100x (1.373x).



T. Montanari, UFRGS

**Figura 2.2** - Representação de células epiteliais, mostrando a inserção diferenciada de glicoproteínas nas superfícies apical e basolateral, determinado a sua polaridade.

A polaridade da célula resulta da diferença na composição química da membrana plasmática e na posição das organelas.

A diferença na composição química da membrana plasmática é determinada pela inserção de certas glicoproteínas em regiões específicas da membrana plasmática e por junções que isolam a superfície apical da basolateral, restringindo o movimento das glicoproteínas na membrana.

A região da célula voltada para a superfície livre é o polo apical, enquanto o lado oposto é o polo basal.

O polo apical apresenta canais iônicos, proteínas transportadoras, incluindo  $H^+$  ATPases, e enzimas hidrolíticas.

O polo basal contém canais iônicos,  $Na^+K^+$  ATPases e receptores para hormônios e neurotransmissores.





**Figura 2.3** - Eletromicrografia de parte de um capilar, onde é indicada a lâmina basal (LB) da célula endotelial. 22.000x.

A **lâmina basal** é uma camada de **glicoproteínas (laminina, colágeno do tipo IV e entactina)** e **proteoglicanas** secretadas pelas células epiteliais, que, como o nome diz, se situa na base do tecido. Ela tem 40 a 120nm de espessura e é visível somente ao microscópio eletrônico.

A **laminina** tem uma forma de cruz, polimerizando-se nas suas extremidades, na presença de  $Ca^{2+}$ . Possui sítios de ligação a receptores na célula, que são as integrinas e os distroglicanos, e aos demais componentes da lâmina basal.

O **colágeno** é uma glicoproteína em tripla hélice, ou seja, com três cadeias polipeptídicas enroladas umas nas outras. As moléculas de colágeno do tipo IV agregam-se em uma rede.

A **entactina** e as **proteoglicanas**, por se ligarem tanto à laminina como ao colágeno do tipo IV, contribuem para a conexão dessas macromoléculas. As cargas negativas dos **glicosaminoglicanos** atraem cátions, como o  $Na^+$ , que retêm água na lâmina basal, formando um gel.

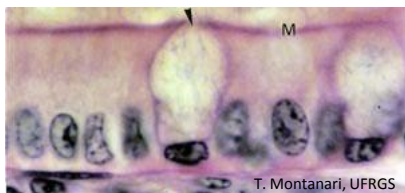
Geralmente associada à porção inferior da **lâmina basal**, há uma camada de **fibras reticulares (colágeno do tipo III)**, a **lâmina reticular**, que é secretada pelo tecido conjuntivo subjacente. A **lâmina basal** e a **lâmina reticular** compõem a **membrana basal**.

As lâminas basal e reticular mantêm-se unidas pela **fibronectina**, uma glicoproteína de adesão; pelas **fibrilas de ancoragem**, de **colágeno do tipo VII**, e pelas **microfibrilas**, formadas pela glicoproteína **fibrilina**. Essas substâncias também são secretadas pelas células do conjuntivo. A membrana basal está ligada à matriz extracelular do tecido conjuntivo pelas **fibrilas de ancoragem**.

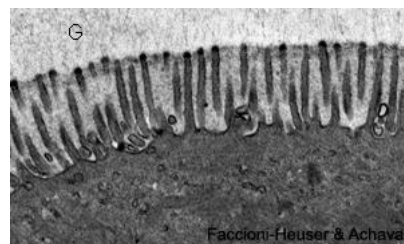
A **lâmina basal** permite a adesão entre o epitélio e o tecido conjuntivo e é uma barreira de filtração seletiva para as substâncias que se movimentam entre esses dois tecidos. Ela influencia a diferenciação e a proliferação das células epiteliais. Quando as células perdem o contato com a lâmina basal, elas morrem: sofrem apoptose. A lâmina basal serve ainda de apoio para a migração durante o desenvolvimento embrionário e a regeneração.

## PROJEÇÕES CELULARES

### Microvilos



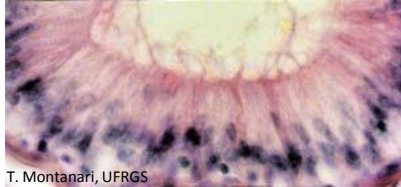
**Figura 2.4** - Microvilos (M) nas células colunares do epitélio intestinal. É ainda apontada a célula calciforme. HE. Objetiva de 100x (1.373x).



**Figura 2.5** - Microvilos observados ao microscópio eletrônico de transmissão. G - glicocálix. 13.500x. Cortesia de Maria Cristina Faccioni-Heuser e Matilde Achaval Elena, UFRGS.

Os **microvilos** são evaginações digitiformes da superfície apical, com 50 a 100nm de diâmetro e 1 a 3 $\mu$ m de comprimento. Filamentos de actina dão-lhe sustentação. Essas projeções aumentam a superfície de absorção, ocorrendo em células absorptivas, como as do intestino e as do túbulo renal.

## Estereocílios

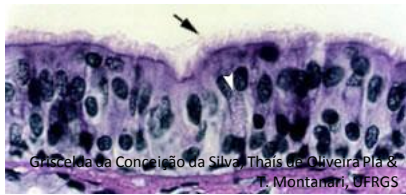


T. Montanari, UFRGS


**Figura 2.6** - Estereocílios no epitélio do epidídimo. HE. Objetiva de 40x (550x).

Os **estereocílios** são projeções da superfície apical imóveis. São longos, com 100 a 150nm de diâmetro e até 120µm de comprimento. Possuem filamentos de actina no interior. Podem ser ramificados. Aumentam a superfície de absorção, como aqueles do trato reprodutor masculino, a exemplo do epidídimo, ou são mecanorreceptores, como aqueles das células pilosas da orelha interna.

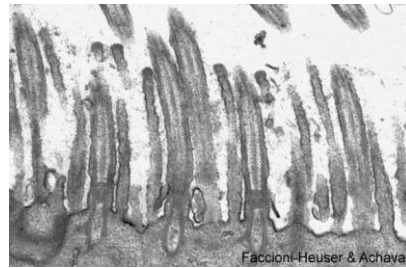
## Cílios



Graciela Maria Conceição da Silva, Thais de Oliveira Pa & T. Montanari, UFRGS

**Figura 2.7** - Cílios (  ) no epitélio da traqueia. É indicada também a célula caliciforme. Objetiva de 40x (550x).

Os **cílios** são projeções da superfície apical maiores que os microvilos: cerca de 250nm de diâmetro e 5 a 10µm de comprimento. Possuem axonema, o que permite o seu movimento, fazendo com que o material na superfície das células seja transportado, como ocorre na traqueia.



Faccioni-Heuser & Achaval

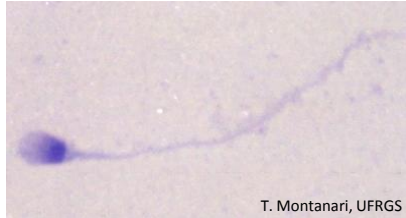
**Figura 2.8** - Eletromicrografia de transmissão de cílios, mostrando a estrutura interna de microtúbulos. 23.111x. Cortesia de Maria Cristina Faccioni-Heuser e Matilde Achaval Elena, UFRGS.



M.C. Faccioni-Heuser

**Figura 2.9** - Eletromicrografia de varredura de um tufo de cílios (C) e microvilos (M), permitindo comparar o seu tamanho. 9.500x. Cortesia de Maria Cristina Faccioni-Heuser e Matilde Achaval Elena, UFRGS.

## Flagelo



**Figura 2.10** - Fotomicrografia de espermatozoide humano. Giemsa. Objetiva de 100x (1.373x).



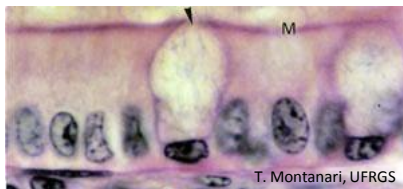
**Figura 2.11** - Corte transversal do axonema presente no flagelo do espermatozoide. 187.500x.

O **flagelo** possui estrutura semelhante à do cílio, mas é mais longo (cerca de 55  $\mu\text{m}$ ) e único na célula. É responsável pela motilidade dos espermatozoides.

## EPITÉLIO DE REVESTIMENTO



**Figura 2.12** - Epitélio simples pavimentoso (▶) de um vaso sanguíneo e epitélio simples cúbico (▶) de um túbulo renal. HE. Objetiva de 100x (1.373x).



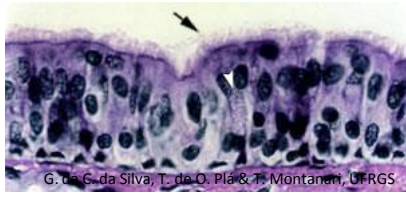
**Figura 2.13** - Epitélio simples colunar com microvilos (M) e células caliciformes (▶) no intestino. HE. Objetiva de 100x (1.373x).

O epitélio de revestimento é classificado segundo o **número de camadas celulares** e a **forma das células**.

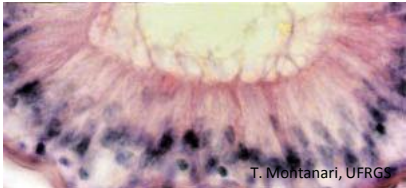
Se houver somente uma camada de células, o epitélio é dito **simples**. Se houver mais de uma, **estratificado**.

Se as células de um epitélio simples forem pavimentosas, ele é denominado **epitélio simples pavimentoso**; se forem cúbicas, **epitélio simples cúbico**, e se forem colunares (prismáticas ou cilíndricas), **epitélio simples colunar (prismático ou cilíndrico)**. A presença da especialização da superfície apical e de outras células no epitélio é também mencionada. Assim, por exemplo, nos intestinos, o epitélio é simples colunar com microvilos e células caliciformes.

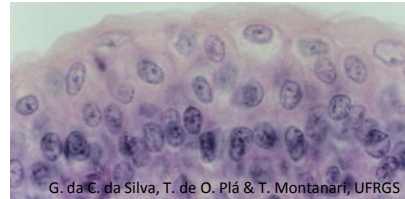
A forma das células e o seu arranjo em camadas estão relacionados com a sua função. O epitélio simples pavimentoso, pela sua pequena espessura, facilita a passagem de substâncias e gases. Os epitélios simples cúbico e colunar, pela riqueza de organelas e presença de especializações da superfície, realizam absorção, secreção e transporte de íons.



**Figura 2.14** - Epitélio pseudoestratificado colunar com cílios (▶) e células calciformes (▶) da traqueia. Objetiva de 40x (550x).



**Figura 2.15** - Epitélio pseudoestratificado colunar com estereocílios do epidídimo. HE. Objetiva de 40x (550x).



**Figura 2.16** - Epitélio de transição da bexiga. HE. Objetiva de 40x (550x).

Um tipo especial de epitélio simples é o **epitélio pseudoestratificado**.

Todas as células apóiam-se na lâmina basal, mas possuem diferentes tamanhos: células baixas, que são as basais, e células mais altas, colunares.

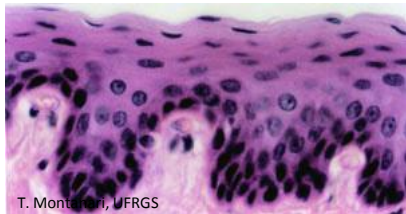
Os núcleos estão, portanto, em diferentes alturas, lembrando o epitélio estratificado.

No **epitélio de transição** (ou **urotélío**), a forma e o número de camadas celulares visíveis variam conforme o órgão esteja relaxado ou distendido.

No estado relaxado, aparenta uma espessura de quatro a sete células, com células basais cúbicas ou colunares, células intermediárias poliédricas e células superficiais globosas ou em guarda-chuva.

No estado distendido, são observados dois ou três estratos, e as células superficiais tornam-se pavimentosas.

A distensão do epitélio de transição acomoda o volume de urina.



**Figura 2.17** - Epitélio estratificado pavimentoso do esôfago. HE. Objetiva de 40x (550x).

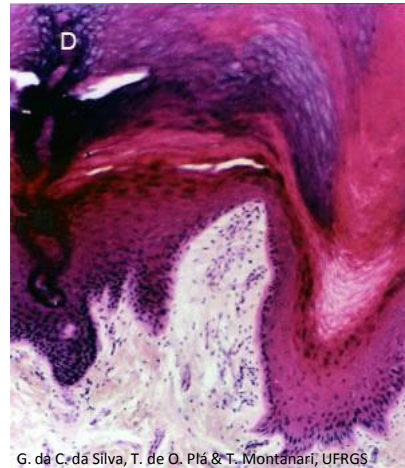
Se o epitélio é estratificado, o formato das células da camada mais superficial é que o denominará. Então, se as células forem pavimentosas, tem-se o **epitélio estratificado pavimentoso**, como é o caso no esôfago; se cúbicas, o **epitélio estratificado cúbico**, como, por exemplo, o dos ductos das glândulas sudoríparas, e se colunares, o **epitélio estratificado colunar**, como o dos grandes ductos das glândulas salivares.

No epitélio estratificado pavimentoso, as células variam na sua forma conforme a sua localização: na camada basal, são colunares; nas camadas intermediárias, poliédricas, e, nas camadas superficiais, pavimentosas.

O epitélio estratificado pavimentoso suporta o atrito.

O **epitélio estratificado pavimentoso** pode ser **queratinizado**, como ocorre na pele. À medida que as células se deslocam para as camadas superiores do epitélio, elas produzem proteínas de citoqueratina com peso molecular maior e proteínas especializadas que interagem com os feixes de filamentos de citoqueratina, resultando na **queratina**.

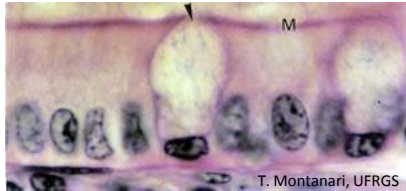
A camada superficial de células mortas, queratinizadas confere maior resistência ao atrito e proteção contra a invasão de micro-organismos. Além disso, a presença de lipídios excitados no espaço intercelular é uma barreira impermeável à água e evita a dessecação.



**Figura 2.18** - Epitélio estratificado pavimentoso queratinizado da pele grossa (D - ducto da glândula sudorípara). HE. Objetiva de 10x (137x).

## EPITÉLIO GLANDULAR

Em alguns epitélios de revestimento, há a presença de células secretoras que são consideradas **glândulas unicelulares**, como as células caliciformes no epitélio dos intestinos e da traqueia.

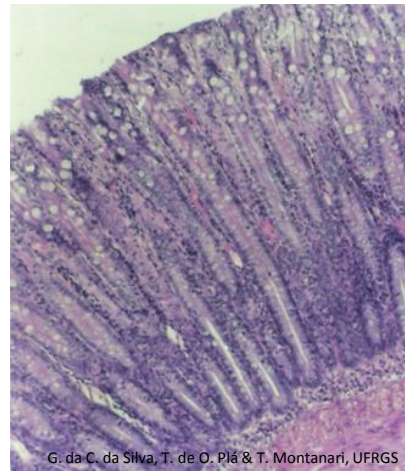


**Figura 2.19** - Epitélio simples colunar com microvilos (M) e células caliciformes (▶) no intestino. HE. Objetiva de 100x (1.373x).

Uma quantidade maior de secreção foi suprida por invaginação, enovelamento ou ramificação do epitélio nas **glândulas pluricelulares**.

Elas podem ser envolvidas por uma cápsula de tecido conjuntivo que emite septos, levando vasos sanguíneos e fibras nervosas. As células epiteliais constituem o **parênquima** da glândula, enquanto o tecido conjuntivo, o **estroma**.

Quando as células permanecem conectadas à superfície epitelial, um ducto é formado, e a secreção vai para a superfície através desse ducto. Essa glândula é dita **exócrina**.



**Figura 2.20** - Glândulas exócrinas tubulares simples retas (glândulas de Lieberkühn) no intestino grosso. HE. Objetiva de 10x (137x).

A **glândula exócrina** pode ser classificada segundo:

(1) **forma da porção secretora** em:

- **tubular**, se tiver essa forma, podendo ainda ser reta ou enovelada;
- **acinosa** ou **alveolar**, se for arredondada;
- **tubuloacinosa**, quando há os dois tipos de porções secretoras;

(2) **ramificação da porção secretora** em:

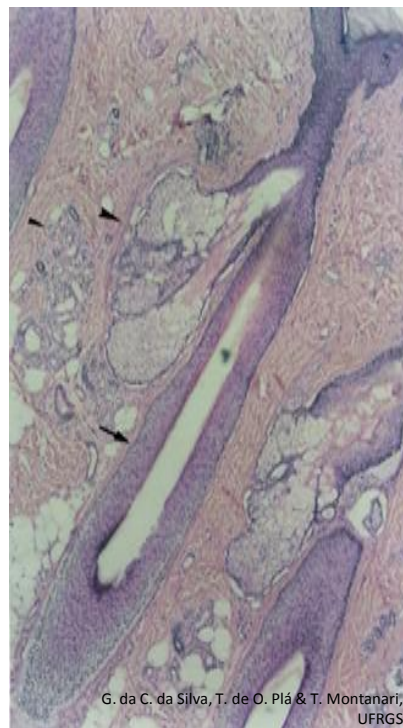
- **simples**, quando não há ramificação;
- **ramificada**, quando há ramificação;

(3) **ramificação do ducto** em:

- **simples**, quando não há ramificação;
- **composta**, quando há ramificação;

(4) **liberação da secreção** em:

- **merócrina** (ou **écrina**), em que a secreção é exocitada sem dano à célula;
- **apócrina**, em que a secreção e uma parte do citoplasma apical são perdidas;
- **holócrina**, em que a célula morre e é liberada junto com a secreção.

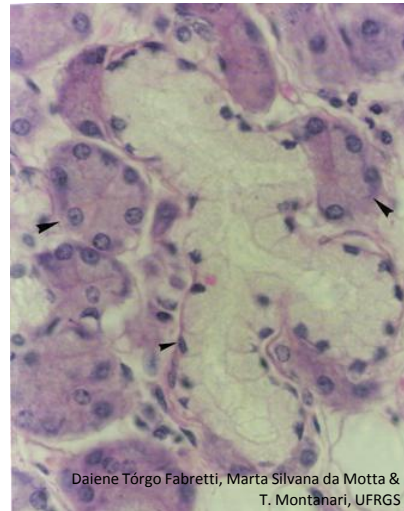


**Figura 2.21** - O epitélio do couro cabeludo invagina-se, formando os folículos pilosos (→), onde se origina o pelo; as glândulas sebáceas, que são glândulas exócrinas alveolares ramificadas holócrinas (▶), e as glândulas sudoríparas, que são glândulas exócrinas tubulares simples enoveladas (▶). HE. Objetiva de 4x (55x).

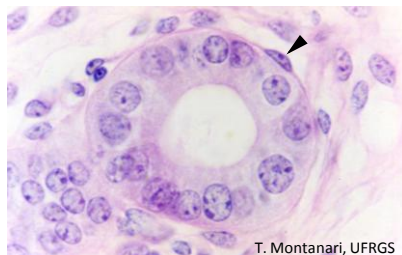
G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS

(5) **tipo de secreção:**

- **serosa:** secreta um fluido aquoso, rico em enzimas; as células serosas possuem um formato piramidal, citoplasma basófilo, devido ao retículo endoplasmático rugoso desenvolvido, e núcleo basal, esférico, eucromático e com nucléolo proeminente;
- **mucosa:** secreta o muco, um fluido viscoso, com glicoproteínas; as células apresentam citoplasma claro e vacuolizado, porque os grânulos com essas substâncias geralmente dissolvem-se nas preparações em HE; o núcleo é achatado e comprimido contra a periferia da célula pelas vesículas de secreção;
- **seromucosa (ou mista):** tem células serosas e mucosas.



**Figura 2.22** - A glândula submandibular apresenta células mucosas e serosas. As células mucosas arranjam-se em uma forma tubular (▶), enquanto as células serosas arranjam-se em uma forma arredondada (▶). É uma glândula tubuloacínosa ramificada composta seromucosa. HE. Objetiva de 40x (550x).



**Figura 2.23** - Célula mioepitelial (▶) em torno da glândula uterina de camundonga. Objetiva de 100x.

Em torno das glândulas exócrinas, entre as células epiteliais e a lâmina basal, há as **células mioepiteliais**.

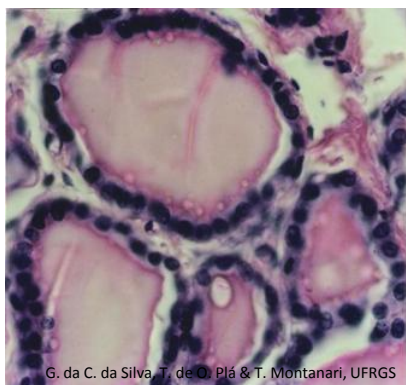
Elas são estreladas ou fusiformes, e os prolongamentos se unem por desmossomos.

Possuem filamentos de actina e moléculas de miosina, que promovem a sua contração e assim a compressão da glândula e a expulsão da secreção.

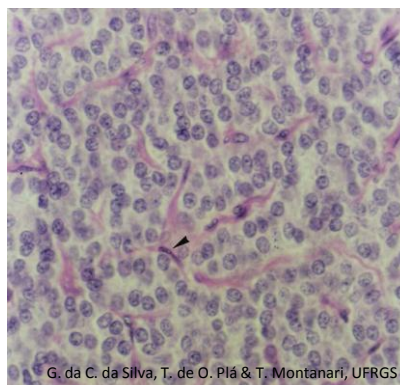
Há filamentos intermediários de citoqueratina, o que confirma a origem epitelial, e de desmina, presentes também nas células musculares.

Na formação das glândulas, quando as células perdem a conexão com a superfície epitelial, a secreção é liberada para os vasos sanguíneos, e a glândula é **endócrina**. Ela é classificada segundo o arranjo das células epiteliais em:

- **folicular**, quando as células se arranjam em folículos, ou seja, vesículas, onde se acumula a secreção;
- **cordonal**, quando as células se dispõem enfileiradas, formando cordões que se anastomosam ao redor de capilares.

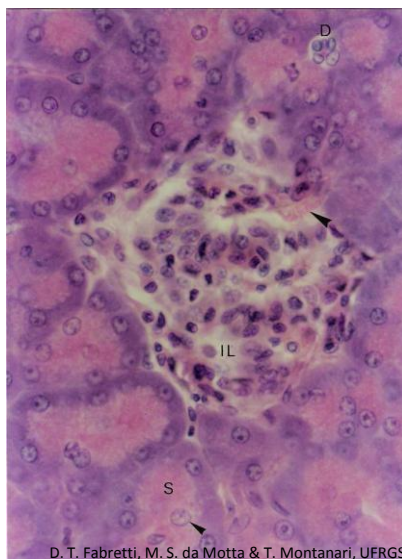


G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS  
**Figura 2.24** - A tireoide é uma glândula endócrina folicular: as células epiteliais formam folículos, onde armazenam os hormônios secretados. Estes posteriormente vão para os vasos sanguíneos localizados no conjuntivo entre elas. HE. Objetiva de 40x (550x).



G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS  
**Figura 2.25** - A paratireoide é uma glândula endócrina cordonal: as células epiteliais arranjam-se em cordões e secretam hormônios para os vasos sanguíneos próximos (►). HE. Objetiva de 40x (550x).

Há órgãos com funções exócrinas e endócrinas, sendo considerados **glândulas mistas**.



D. T. Fabretti, M. S. da Motta & T. Montanari, UFRGS  
**Figura 2.26** - O pâncreas é uma glândula mista, constituída pelas ilhotas de Langerhans (IL), cujas células epiteliais, arranjadas em cordões, secretam insulina e glucagon para a corrente sanguínea (►), e pelos ácinos serosos (S) que sintetizam as enzimas digestivas que vão, através de ductos (D), para o duodeno. Os núcleos no centro dos ácinos são de células do ducto que penetram na porção secretora e são denominadas células centroacinosas (►). HE. Objetiva de 40x (550x).

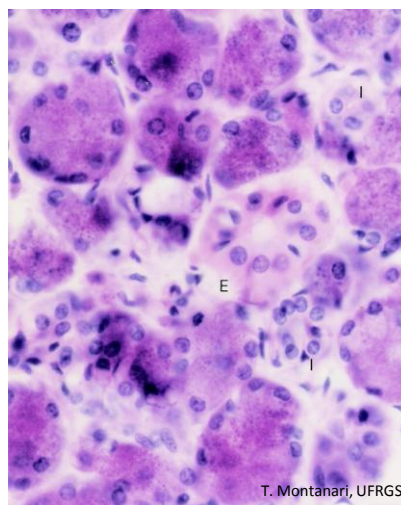
## CÉLULAS EPITELIAIS ESPECIALIZADAS



T. Montanari, UFRGS

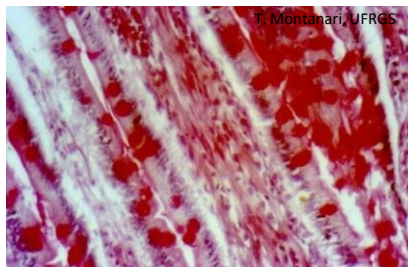
**Figura 2.27** - Representação da célula serosa do pâncreas. Baseado em Junqueira, L. C.; Carneiro, J. *Histologia básica: texto e atlas*. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. pp. 34, 84.

– **síntese de proteínas:** a célula exibe formato cilíndrico ou piramidal; núcleo eucromático, o que facilita a transcrição do DNA em RNAm; nucléolo proeminente, já que corresponde à região do DNA transcrito em RNAr, o qual se associa a proteínas, formando as subunidades dos ribossomos; citoplasma basófilo por causa do retículo endoplasmático rugoso desenvolvido para a tradução do RNAm em proteínas.



T. Montanari, UFRGS

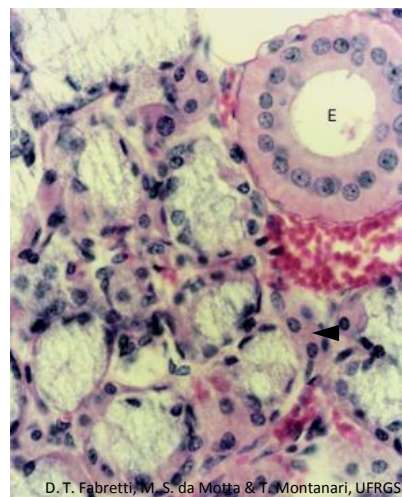
**Figura 2.28** - Corte da parótida (glândula exócrina acinosa composta serosa). Os ácinos serosos exibem citoplasma basófilo, salpicado de grânulos de zimogênio, e núcleos esféricos e basais. Ducto intercalado – I e ducto estriado – E. HE. Objetiva de 40x (550x).



T. Montanari, UFRGS

**Figura 2.29** - Células caliciformes no intestino delgado coradas pelo PAS devido à presença de glicoproteínas. PAS/H. Objetiva de 40x.

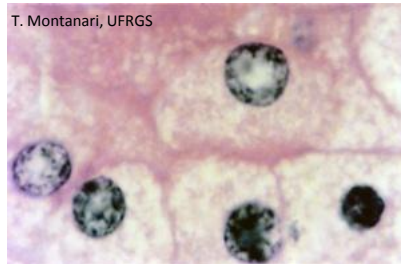
– **síntese de glicoproteínas:** o retículo endoplasmático rugoso e o Golgi são bem desenvolvidos, porque a síntese proteica e o início da glicosilação ocorrem no retículo endoplasmático rugoso, e o restante da glicosilação e o empacotamento das glicoproteínas em vesículas, no Golgi; os grânulos de secreção comprimem o núcleo na base da célula; o citoplasma aparece palidamente corado e vacuolizado nos cortes com HE porque o material se dissolve na rotina histológica, mas ele fica em vermelho ou magenta com o PAS.



D. T. Fabretti, M. S. da Motta & T. Montanari, UFRGS

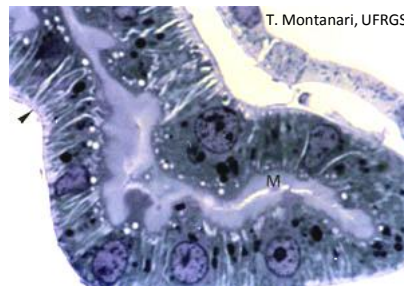
**Figura 2.30** - Corte da sublingual (glândula exócrina tubuloacínosa composta ramificada seromucosa). Observam-se os ácinos mistos, formados pelas células mucosas e a meia-lua serosa (▶). Ducto estriado - E. HE. Objetiva de 40x (550x).





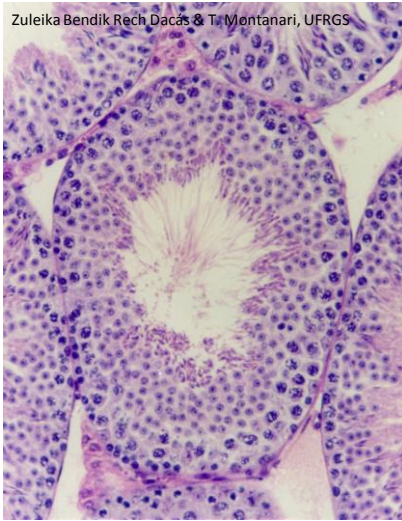
**Figura 2.31** - Células da suprarrenal (ou adrenal), cujo citoplasma eosinófilo se deve à riqueza em retículo endoplasmático liso e mitocôndrias para a síntese de hormônios esteroides. A vacuolização é resultado da perda das gotículas lipídicas no processamento histológico. HE. Objetiva de 40x (550x).

– **síntese de lipídios:** as células têm muito retículo endoplasmático liso, já que é nessa organela que ocorre a síntese dos hormônios esteroides, e mitocôndrias, que, além de possuírem enzimas envolvidas na síntese, fornecem energia para o processo; o citoplasma é eosinófilo, devido à abundância dessas organelas membranosas, e vacuolizado pelas gotículas de lipídios com os precursores desses hormônios.



**Figura 2.32** - Corte semifino do rim, mostrando um túbulo cujas células possuem microvilos (M), que aumentam a superfície para absorção de substâncias, e invaginações e mitocôndrias (▶) para o transporte de íons. Azul de toluidina. Objetiva de 100x (1.373x).

– **transporte de íons:** a superfície apical da célula é bastante permeável à água, aos eletrólitos e às pequenas moléculas; a superfície basolateral apresenta invaginações que aumentam a superfície para a localização de proteínas que transportam íons, como o  $\text{Na}^+$ , para fora da célula; as zônulas de oclusão entre as células evitam o retorno dos íons bombeados; há muitas mitocôndrias entre as invaginações para o fornecimento de energia porque esse transporte é ativo; a presença das invaginações e das mitocôndrias confere um aspecto estriado à base das células coradas com HE.



**Figura 2.33** - Corte de testículo, mostrando o epitélio germinativo dos túbulos seminíferos. HE. Objetiva de 40x (550x).

- **germinativa**, como as células dos túbulos seminíferos nos testículos que se diferenciam nos espermatozoides;
- **sensorial**, como as células olfatórias e as dos corpúsculos gustativos. São células diferenciadas, com terminações nervosas (células neuroepiteliais), que captam os estímulos do ambiente.

# Tecido Conjuntivo

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiana Montanari  
Departamento de Ciências Morfológicas – ICBS – UFRGS

## **CARACTERÍSTICAS**

## **CÉLULAS E FIBRAS**

## **TIPOS DE TECIDO CONJUNTIVO**

- Tecido conjuntivo frouxo
- Tecido conjuntivo denso
- Tecido elástico
- Tecido reticular (ou linfoide)
- Tecido mucoso
- Tecido adiposo
- Tecido cartilaginoso
- Tecido ósseo
- Tecido hematopoético (ou mieloide)
- Tecido sanguíneo

## CARACTERÍSTICAS

O **tecido conjuntivo** foi assim denominado porque une tecidos, servindo para conexão, sustentação e preenchimento. A composição diferenciada da sua matriz extracelular faz com que absorva impactos, resista à tração ou tenha elasticidade. Pode ser especializado em armazenar gordura, que é utilizada na produção de energia ou calor, ou em armazenar íons, como o  $Ca^{2+}$ , importante em vários processos metabólicos. Ele é ainda responsável pela defesa do organismo, pela coagulação sanguínea, pela cicatrização e pelo transporte de gases, nutrientes e catabólitos.

O **tecido conjuntivo** caracteriza-se pela **grande variedade de células** e pela **abundância de matriz extracelular**.

As **células** do tecido conjuntivo propriamente dito são: as células mesenquimais, os fibroblastos, os plasmócitos, os macrófagos, os mastócitos, as células adiposas e os leucócitos.

Há outras células nos tecidos conjuntivos especiais, como condroblastos e condrócitos; células osteoprogenitoras, osteoblastos, osteócitos e osteoclastos; células hematopoéticas, e células sanguíneas.

Enquanto as células do tecido conjuntivo propriamente dito serão descritas a seguir, as células dos tecidos conjuntivos especiais serão abordadas quando esses tipos de conjuntivo forem tratados.

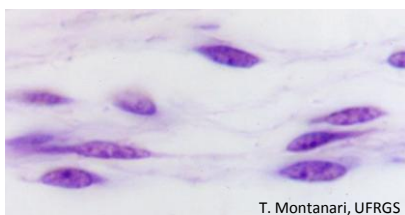
A **matriz extracelular** varia na sua composição conforme as células presentes no tecido conjuntivo.

Geralmente ela é formada por uma parte fibrilar, com as fibras colágenas, as fibras reticulares e/ou as fibras elásticas, e por uma parte não fibrilar, a substância fundamental, com os glicosaminoglicanos, as proteoglicanas e as glicoproteínas.

As propriedades da matriz extracelular conferem a cada tipo de tecido conjuntivo suas características funcionais.

Além de proporcionar suporte estrutural ao tecido, a matriz extracelular regula o comportamento das células, influenciando sua proliferação, diferenciação, migração, morfologia, atividade funcional e sobrevivência.

## CÉLULAS E FIBRAS



T. Montanari, UFRGS

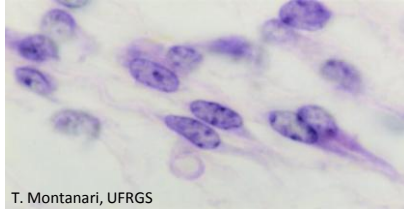
**Figura 3.1** - Células mesenquimais. HE. Objetiva de 100x (1.373x).

O mesênquima é um tecido embrionário, e as **células mesenquimais** são células-tronco pluripotentes, que derivam as células do tecido conjuntivo.

Elas têm um aspecto estrelado ou fusiforme, devido aos prolongamentos.

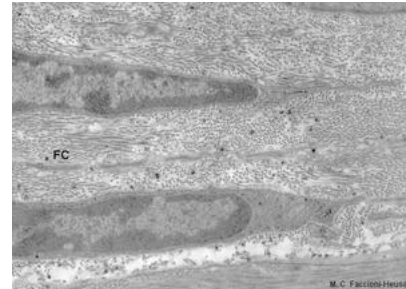
O tecido conjuntivo do adulto contém uma população pequena dessas células, restrita à polpa dentária e à vizinhança de pequenos vasos sanguíneos, onde são chamadas **pericitos**.

Em resposta a lesões, as células mesenquimais diferenciam-se em fibroblastos e em miofibroblastos, contribuindo para o reparo do tecido.



T. Montanari, UFRGS

**Figura 3.2** - Fibroblastos. HE. Objetiva de 100x (1.373x).



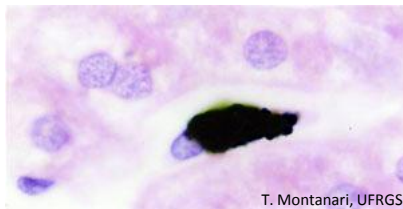
**Figura 3.3** - Microscopia eletrônica de fibroblastos com fibrilas colágenas (FC) depositadas entre eles. Cortesia de Maria Cristina Faccioni-Heuser, UFRGS.

Os **fibroblastos** são as células mais comuns no tecido conjuntivo propriamente dito.

São alongados ou estrelados, com longos prolongamentos, núcleo eucromático e nucléolo proeminente.

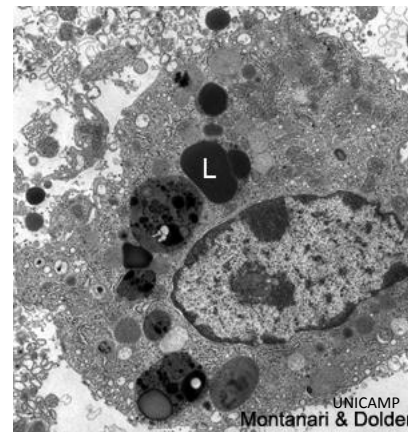
O retículo endoplasmático rugoso e o complexo de Golgi são bem desenvolvidos, pois sintetizam os componentes da matriz extracelular: as fibras colágenas, as fibras reticulares, as fibras elásticas e a substância fundamental.

Os fibroblastos inativos (**fibrócitos**) são menores, mais ovoides, com núcleo mais heterocromático e uma menor quantidade de retículo endoplasmático.



T. Montanari, UFRGS

**Figura 3.4** - Macrófago do fígado (célula de Kupffer) que fagocitou partículas de nanquim. HE. Objetiva de 100x (1.373x).

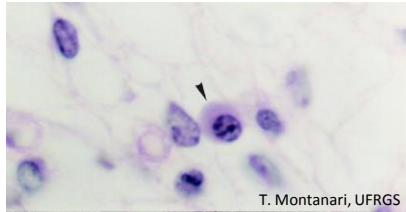


**Figura 3.5** - Eletromicrografia de um macrófago. L – lisossomos. 6.286x.

Os **macrófagos** são oriundos dos **monócitos** que migraram do sangue para o tecido conjuntivo. Eles têm superfície irregular, com projeções que ajudam no movimento ameboide e na fagocitose; núcleo ovoides ou com forma de rim e excêntrico; retículo endoplasmático rugoso e Golgi bem desenvolvidos, e abundância de lisossomos.

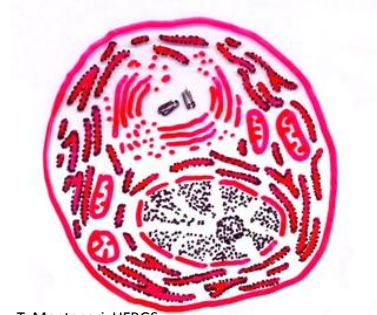
Os macrófagos são capazes de fagocitar e digerir bactérias, restos celulares e substâncias estranhas.

São **células apresentadoras de antígenos**, porque os antígenos da célula fagocitada são demonstrados na superfície aos linfócitos T auxiliares (*helper*), os quais deflagram a resposta imune.



T. Montanari, UFRGS

**Figura 3.6** - Plasmócito ( ► ). HE. Objetiva de 100x (1.373x).



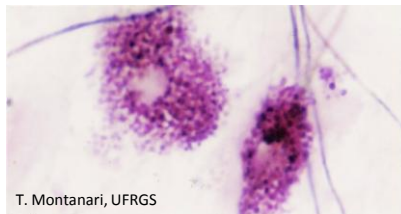
T. Montanari, UFRGS

**Figura 3.7** - Ilustração da ultraestrutura de um plasmócito. Baseado em Junqueira, L. C.; Carneiro, J. *Histologia básica: texto e atlas*. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. pp. 34, 97.

Os **plasmócitos** são mais numerosos no tecido conjuntivo do tubo digestório, nos órgãos linfóides e em áreas de inflamação crônica.

Originam-se dos **linfócitos B** após entrarem em contato com o antígeno e produzem anticorpos, que são as imunoglobulinas (Ig), também denominadas gamaglobulinas.

São células ovoides, com citoplasma basófilo, devido à grande quantidade de retículo endoplasmático rugoso, mas a região justanuclear com o Golgi é clara ao microscópio de luz; o núcleo é esférico, excêntrico, com nucléolo bem desenvolvido e áreas de heterocromatina alternadas com eucromatina, lembrando raios de roda de carroça.



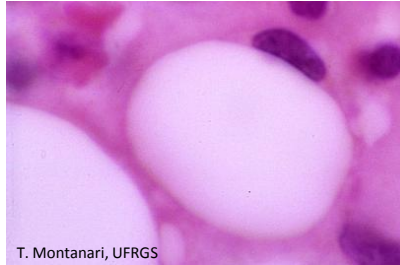
T. Montanari, UFRGS

**Figura 3.8** - Mastócitos. Resorcina-fucsina. Objetiva de 100x (1.373x).

Os **mastócitos** são numerosos no tecido conjuntivo da pele, dos sistemas digestório e respiratório e da cápsula dos órgãos, localizando-se preferencialmente na vizinhança dos vasos sanguíneos.

São células ovoides, com núcleo esférico e central e citoplasma preenchido com grânulos basófilos, que contêm os mediadores químicos da reação alérgica e do processo inflamatório.

Na superfície, há receptores para as IgE secretadas pelos plasmócitos. Quando o antígeno liga-se à IgE, provoca a exocitose de histamina e outras substâncias dos grânulos e a síntese de leucotrienos e prostaglandinas a partir da membrana, desencadeando as reações alérgicas designadas **reações de sensibilidade imediata** ou **anafiláticas**.

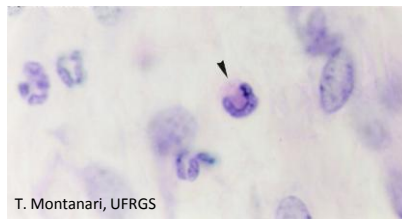


T. Montanari, UFRGS

**Figura 3.9** - Célula adiposa. HE. Objetiva de 100x.

As **células adiposas** são células esféricas, muito grandes, que armazenam gordura. As gotículas lipídicas coalescem em uma grande vesícula que comprime o núcleo contra a periferia da célula.

As células adiposas podem ser encontradas em pequenos grupos no tecido conjuntivo ou em grande quantidade, formando um tipo especial de tecido conjuntivo, o tecido adiposo.



T. Montanari, UFRGS

**Figura 3.10** - Leucócitos ( ► ). HE. Objetiva de 100x (1.373x).

A presença dos **leucócitos** é maior naqueles locais sujeitos à entrada de material antigênico e micro-organismos, como os sistemas digestório e respiratório. Essas células de defesa serão descritas posteriormente nos tecidos mieloide e sanguíneo.



**Figura 3.11** - Eletromicrografia de fibrilas colágenas. 48.461x. Cortesia Maria Cristina Faccioni-Heuser e Matilde Achaval Elena, UFRGS.

O **colágeno** é uma glicoproteína da matriz extracelular, composta de três cadeias polipeptídicas (cadeias  $\infty$ ) enroladas em configuração helicoidal.

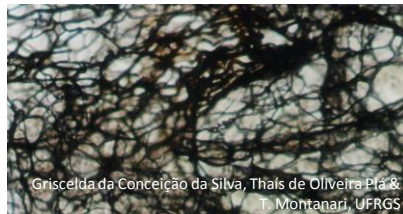
A variação na sequência de aminoácidos dessas cadeias levou à descrição de 28 moléculas de colágeno, as quais se apresentam como moléculas individuais ou associadas em redes, fibrilas ou até fibras.

Além dos fibroblastos, outros tipos celulares, como condrócitos, osteoblastos, células epiteliais e musculares, sintetizam os diferentes colágenos.

As **fibras colágenas** são constituídas pelo primeiro colágeno identificado: o **colágeno do tipo I**.

As fibrilas de colágeno do tipo I agregam-se em fibras colágenas, com cerca de 2 $\mu$ m de diâmetro, portanto, visíveis ao microscópio de luz.

As fibras colágenas são inelásticas e mais resistentes que fios de aço de mesmo diâmetro. Proporcionam ao tecido resistência à tração. Estão presentes, por exemplo, no tendão, na derme, na cápsula dos órgãos, na cartilagem fibrosa e no osso.



**Figura 3.12** - Fibras reticulares do linfonodo. DRH. Objetiva de 40x (550x).

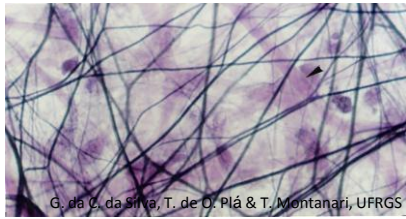
As **fibras reticulares** derivam da polimerização do **colágeno do tipo III**. Elas têm 0,5 a 2 $\mu$ m de diâmetro.

São secretadas pelos fibroblastos, pelos adipócitos, pelas células de Schwann (no sistema nervoso periférico) e pelas células musculares. Como os fibroblastos no tecido linfóide e na medula óssea possuem uma morfologia diferenciada, estrelada e ramificada, devido aos longos prolongamentos, foram chamados **células reticulares**.

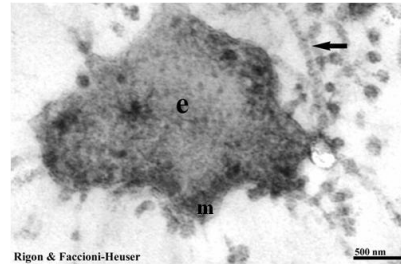
As fibras reticulares estão dispostas em rede, constituindo o arcabouço dos órgãos linfóides e da medula óssea.

Compõem a lâmina reticular da membrana basal e formam uma delicada rede em torno das células adiposas, dos vasos sanguíneos, das fibras nervosas e das células musculares.





**Figura 3.13** - Distensão do mesentério, mostrando as fibras elásticas e, não especificamente coradas, as fibras colágenas ( ► ). Resorcina-fucsina. Objetiva de 40x (550x).



**Figura 3.14** - Corte transversal de fibra elástica, onde se observam a elastina (e) e as microfibrilas (m) que a constituem. Fibrila colágena também é apontada. Cortesia Fabiana Rigon e Maria Cristina Faccioni-Heuser, UFRGS.

As **fibras elásticas** são constituídas pela proteína **elastina** e pelas **microfibrilas**, cujo principal componente é a glicoproteína **fibrilina**.

A elastina é rica em aminoácidos hidrofóbicos, apresentando uma conformação enovelada.

A fibrilina é composta principalmente por aminoácidos polares.

As microfibrilas são formadas por primeiro, e a elastina é depositada sobre elas, de modo que, nas fibras maduras, as microfibrilas ficam localizadas no interior e na periferia.

As fibras elásticas são produzidas pelos fibroblastos e pelas células musculares lisas da parede dos vasos.

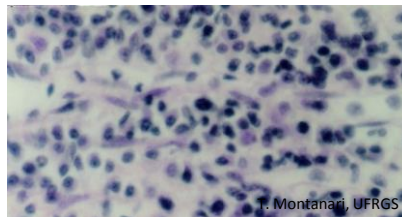
Possuem 0,2 a 1,0µm de diâmetro, sendo mais finas que as fibras colágenas.

Conferem elasticidade ao tecido. Quando o tecido é estirado, as moléculas de elastina passam da conformação enovelada para uma forma estendida, aumentando o comprimento da fibra em até 150%.

As fibras elásticas estão presentes no mesentério, na derme, nos ligamentos elásticos, nas artérias, na cartilagem elástica, nos pulmões e na bexiga.

## TIPOS DE TECIDO CONJUNTIVO

### - Tecido conjuntivo frouxo



**Figura 3.15** - Tecido conjuntivo frouxo do intestino. HE. Objetiva de 40x (550x).

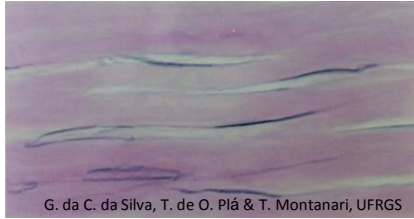
O **tecido conjuntivo frouxo** apresenta **abundância em células**: células mesenquimais, fibroblastos, macrófagos, mastócitos, plasmócitos, leucócitos e células adiposas, e **riqueza em matriz extracelular**: fibras colágenas, elásticas e reticulares e substância fundamental.

Não há predomínio de qualquer dos componentes ou há predomínio de células.

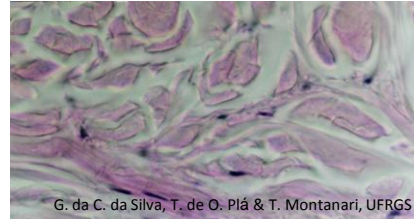
As fibras dispõem-se frouxamente, de maneira que o tecido é flexível e pouco resistente às trações.

É encontrado subjacente ao epitélio, servindo de apoio para esse tecido; preenche os espaços entre órgãos, tecidos e unidades secretoras de glândulas; inerva e nutre órgãos e tecidos avascularizados, como o epitélio; armazena água e eletrólitos atraídos pelos glicosaminoglicanos, e tem um papel na defesa, pois contém macrófagos, mastócitos, plasmócitos e leucócitos e uma matriz extracelular viscosa, de difícil penetração pelos organismos invasores.

## - Tecido conjuntivo denso



G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS  
**Figura 3.16** - Corte do tecido conjuntivo denso modelado do tendão, onde são visualizados fibrócitos e fibras colágenas abundantes e paralelas. HE. Objetiva de 40x (550x).



G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS  
**Figura 3.17** - Corte do tecido conjuntivo denso não modelado da derme, onde são observados os feixes de fibras colágenas em diferentes direções e núcleos de fibroblastos. HE. Objetiva de 40x (550x).

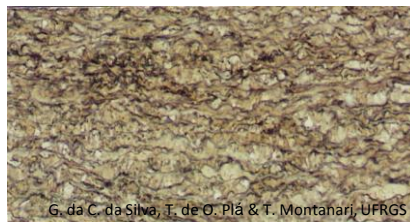
O **tecido conjuntivo denso modelado** é rico em **fibras colágenas**, as quais estão **paralelas**, organizadas pelos fibroblastos em resposta à tração exercida em um determinado sentido.

Ele constitui os tendões, que inserem os músculos aos ossos, e os ligamentos, que unem os ossos entre si.

No **tecido conjuntivo denso não modelado**, as **fibras colágenas** foram dispostas pelos fibroblastos **em diferentes direções**, dando resistência às trações exercidas em qualquer sentido.

Esse tecido ocorre na derme, em cápsulas de órgãos e na submucosa do sistema digestório.

## - Tecido elástico



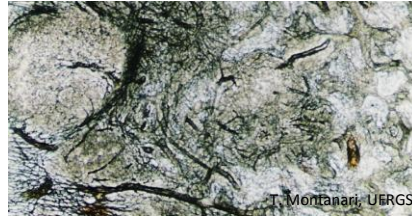
G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS  
**Figura 3.18** - Tecido elástico da aorta. Orceína. Objetiva de 10x (137x).

O **tecido elástico** é constituído pelas **fibras** (ou **lâminas**) **elásticas**, secretadas pelos fibroblastos e, nos vasos sanguíneos, pelas células musculares lisas.

Está presente nos ligamentos amarelos da coluna vertebral, no ligamento nucal do pescoço, no ligamento suspensor do pênis e nas artérias de grande calibre.

Confere elasticidade a esses ligamentos e às artérias, cedendo à força aplicada (no caso das artérias, a pressão do sangue proveniente do coração) e depois retornando à sua forma original.

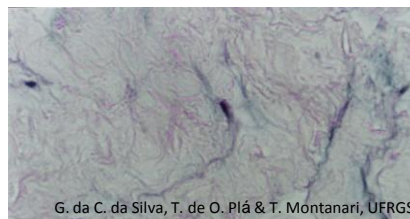
- Tecido reticular (ou linfoide)



**Figura 3.19** - Tecido reticular do linfonodo. DRH. Objetiva de 4x (55x).

O **tecido reticular** (ou **linfoide**) contém uma grande quantidade de **fibras reticulares**, sintetizadas pelas células reticulares. Além dessas células, há células de defesa, como os macrófagos, os linfócitos e os plasmócitos. Esse tecido constitui o arcabouço dos órgãos linfoides.

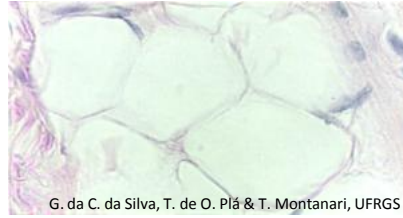
- Tecido mucoso



**Figura 3.20** - Tecido mucoso do cordão umbilical, com células mesenquimais e substância fundamental em abundância. HE. Objetiva de 40x (550x).

No **tecido mucoso**, predomina a **substância fundamental**, especialmente glicosaminoglicanos, como o ácido hialurônico, que, por atraírem água, conferem uma consistência gelatinosa. É o tecido do cordão umbilical e da polpa dentária jovem.

## - Tecido adiposo



G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS

**Figura 3.21** - Tecido adiposo unilocular. HE. Objetiva de 40x (550x).

O **tecido adiposo unilocular** é composto pelas **células adiposas**.

Embora esféricas quando isoladas, essas células tornam-se poliédricas pela compressão recíproca.

As várias gotículas lipídicas coalescem em uma grande vesícula que comprime o núcleo contra a periferia da célula.

A matriz extracelular consiste na lâmina externa e nas fibras reticulares.

O tecido adiposo unilocular constitui praticamente todo o tecido adiposo do adulto.

Ocorre subjacente à pele, na hipoderme, onde evita a perda excessiva de calor (isolamento térmico) e absorve impactos, especialmente na palma das mãos, na planta dos pés e nas nádegas.

Preenche os espaços entre tecidos e órgãos, contribuindo para mantê-los em suas posições.

No **tecido adiposo multilocular**, as células são menores que as do tecido adiposo unilocular.

São geralmente poligonais, com núcleo central, muitas mitocôndrias e pequenas gotículas de lipídios.

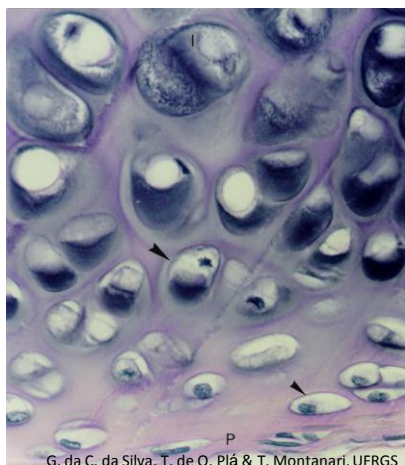
A denominação multilocular está relacionada com a presença de várias gotículas lipídicas.

A cor parda ou castanha desse tecido, quando observado macroscopicamente, é dada pela rica vascularização e pelos citocromos das mitocôndrias.

O tecido adiposo multilocular é especializado na produção de calor (termogênese sem tremores).

Ele é mobilizado se o indivíduo é exposto ao frio.

## - Tecido cartilaginoso



**Figura 3.22** - Cartilagem hialina da traqueia, onde se observam o pericôndrio (P) com fibroblastos, os condroblastos (►), os condrócitos (►), os grupos isógenos (I) e a matriz cartilaginosa. HE. Objetiva de 40x (550x).

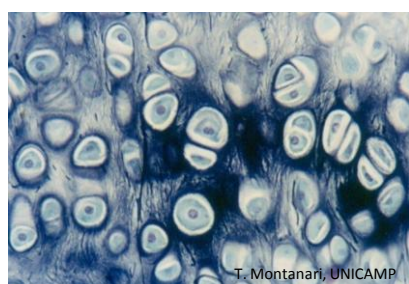
A **cartilagem hialina** caracteriza-se pela presença de uma matriz homogênea e vítrea, já que as fibrilas de colágeno (colágeno do tipo II) não são visíveis ao microscópio de luz.

A riqueza na **substância fundamental (proteoglicanas, glicosaminoglicanos e glicoproteínas de adesão)** torna-a hidratada, dando uma consistência de gel rígido à matriz.

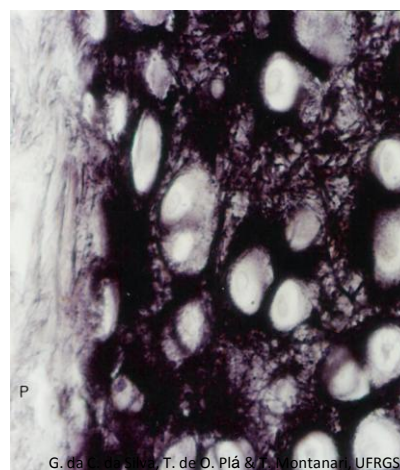
Essa cartilagem é geralmente envolvida pelo **pericôndrio**, de **tecido conjuntivo denso modelado**. Os **fibroblastos** mais internos diferenciam-se em **condroblastos**, que produzem a matriz cartilaginosa e assim promovem o **crescimento aposicional** da cartilagem.

Quando os condroblastos são circundados pela matriz e diminuem a sua síntese, são chamados **condrócitos**. Eles são ainda capazes de se dividir, de modo a se ter um grupo de células em uma lacuna, o **grupo isógeno**. À medida que mais matriz é depositada, os condrócitos afastam-se uns dos outros, proporcionando o crescimento da cartilagem a partir de seu interior: o **crescimento intersticial**.

A cartilagem hialina é firme, flexível e tem grande resistência ao desgaste. Ela é o primeiro esqueleto do feto. Nas crianças e nos adolescentes, constitui o disco epifisário dos ossos longos, que promove o crescimento do osso em comprimento. Nas articulações dos ossos longos, a cartilagem hialina diminui a superfície de fricção e amortece impactos. É ainda encontrada nas vias respiratórias, mantendo-as abertas para a passagem do ar.



**Figura 3.23** - Cartilagem elástica da epiglote. Hematoxilina de Verhoeff. Objetiva de 40x.

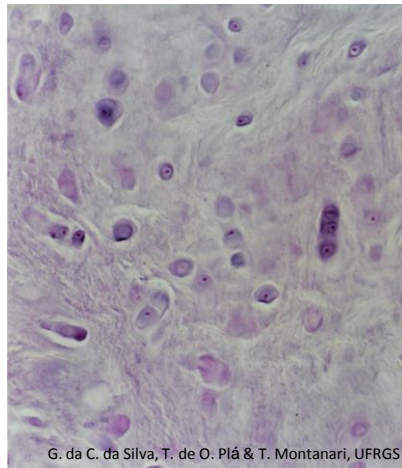


**Figura 3.24** - Cartilagem elástica do pavilhão auditivo. Há pericôndrio (P). Orceína. Objetiva de 40x (550x).

Na **cartilagem elástica**, além das fibrilas de colágeno (colágeno do tipo II) e da substância fundamental, a matriz cartilaginosa contém **fibras elásticas**, o que lhe dá mais flexibilidade.

Ela possui também pericôndrio.

Está presente na laringe e na orelha.



G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS  
**Figura 3.25** - Cartilagem fibrosa da inserção do tendão no osso. HE. Objetiva de 40x (550x).

A **cartilagem fibrosa** contém **fibras colágenas (colágeno do tipo I)**, além das fibrilas colágenas (colágeno do tipo II) e da substância fundamental.

A presença das fibras colágenas faz com que resista à tração e à deformação sob estresse.

Como está associada ao tecido conjuntivo denso, não há pericôndrio. Os condrócitos originam-se dos fibroblastos do tecido conjuntivo vizinho.

Essa cartilagem é encontrada nas articulações temporomandibulares, esternoclaviculares e dos ombros, na inserção de alguns tendões nos ossos, no anel fibroso dos discos intervertebrais, na sínfise púbica e nos meniscos das articulações dos joelhos.

## - Tecido ósseo

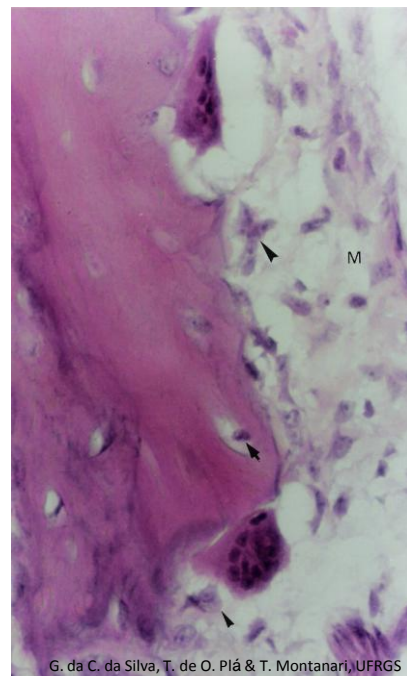
O **tecido ósseo** pode ser formado pela **ossificação intramembranosa** ou pela **ossificação endocondral**.

A **ossificação intramembranosa** forma os ossos chatos do crânio, a maior parte da clavícula e a parede cortical dos ossos longos e curtos. Nesse tipo de ossificação, as células mesenquimais diferenciam-se em **células osteoprogenitoras**, e estas, em **osteoblastos**, que produzem a matriz óssea. Os osteoblastos aprisionados na matriz passam a ser denominados **osteócitos**. Os espaços por eles ocupados são as **lacunas**.

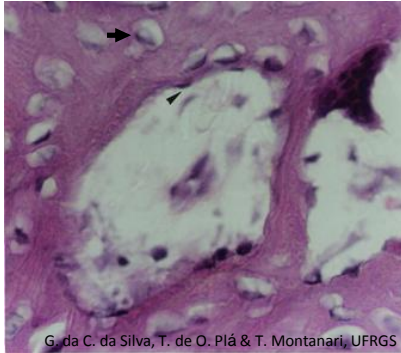
A **matriz óssea** consiste em uma **parte orgânica**, o osteoide, com fibras colágenas (colágeno do tipo I), proteoglicanas, glicosaminoglicanos e glicoproteínas de adesão, e uma **parte inorgânica**, com cálcio, fosfato, bicarbonato, citrato, magnésio, sódio e potássio. A parte orgânica perfaz cerca de 35%, enquanto a parte inorgânica, 65% da matriz. As **fibras colágenas** conferem resistência à tração; as **proteoglicanas** e os **glicosaminoglicanos** suportam a compressão; as glicoproteínas de adesão associam-se às células e aos componentes da matriz extracelular, e os **cristais de hidroxapatita**, formados pelo **cálcio** e pelo **fosfato**, são responsáveis pela dureza e rigidez do osso.

Originados na medula óssea da linhagem de monócitos-macrófagos, os precursores dos **osteoclastos** migram para os sítios de reabsorção óssea, onde se fundem. Os osteoclastos são células gigantes, multinucleadas, com citoplasma acidófilo pela abundância de mitocôndrias e lisossomos. A superfície óssea onde se situam os osteoclastos, devido à erosão, geralmente apresenta uma depressão. Os osteoclastos remodelam o osso conforme as tensões mecânicas locais.

Entre as trabéculas de matriz óssea, surgem do mesênquima tecido mioelóide e vasos sanguíneos.



G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS  
**Figura 3.26** - Corte da mandíbula em formação a partir do mesênquima (M) (ossificação intramembranosa). As células osteoprogenitoras (▶) diferenciam-se em osteoblastos (▶), que produzem a matriz óssea. Circundados por ela, nas lacunas, estão os osteócitos (▶). Dois osteoclastos realizam reabsorção. Descalcificação, HE. Objetiva de 40x (550x).



**Figura 3.27** - Corte de osso esponjoso descalcificado. O endóstio (►), constituído por células osteoprogenitoras e osteoblastos, reveste a superfície interna das trabéculas ósseas. Os osteócitos (◄) são observados nas lacunas, circundados pela matriz óssea, e o osteoclasto encontra-se na cavidade medular, adjacente à matriz. HE. Objetiva de 40x (550x).

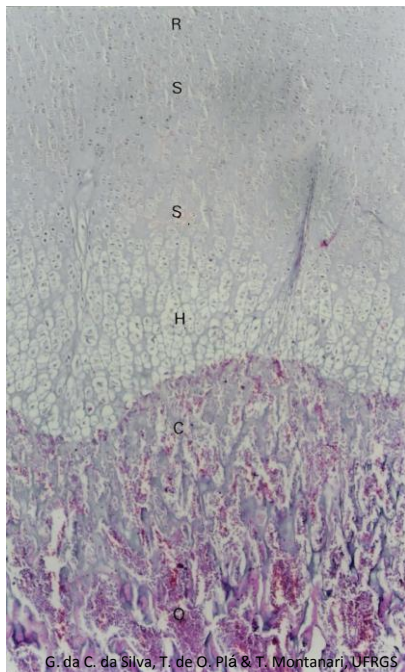
As células osteoprogenitoras e os osteoblastos dipostos na superfície da matriz óssea compõem o **endóstio**, importante para a manutenção e o reparo do tecido.

A parte periférica do mesênquima que não sofre ossificação passa a constituir o **perióstio**, cuja porção externa é de **tecido conjuntivo denso não modelado** e a interna, de **células osteoprogenitoras**, servindo de fonte de osteoblastos para o crescimento e o reparo do osso.

Segundo o **aspecto estrutural**, o tecido ósseo é denominado **esponjoso** (ou **trabecular**) ou **compacto** (ou **cortical**).

O **osso esponjoso** (ou **trabecular**) é encontrado no interior dos ossos e é constituído por trabéculas de matriz óssea, cujos espaços são preenchidos pela medula óssea.

A rede trabecular é organizada de maneira a resistir às tensões físicas aplicadas sobre o osso, atuando como um sistema de vigas internas.



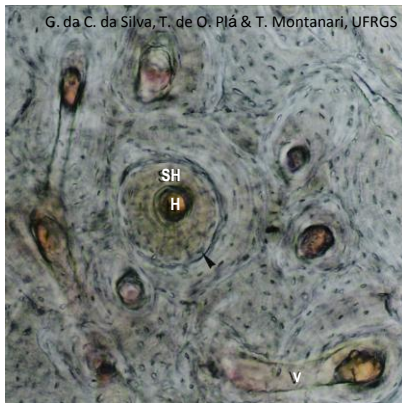
**Figura 3.28** - Zonas do disco epifisário na ossificação endocondral: cartilagem em repouso (R), cartilagem seriada (S) ou em proliferação, cartilagem hipertrófica (H), cartilagem calcificada (C) e ossificação (O). HE. Objetiva de 4x (55x).

A **ossificação endocondral** ocorre sobre um modelo cartilaginoso e é responsável pela formação dos ossos curtos e longos.

A cartilagem hialina origina-se do mesênquima e assume a forma do futuro osso. No caso de um osso longo, isso inclui a haste (a diáfise) e as expansões em cada extremidade (as epífises).

Na **diáfise**, o pericôndrio transforma-se em perióstio, com células osteoprogenitoras que se diferenciam em osteoblastos, os quais produzem um colar ósseo. Os osteoclastos perfuram esse colar, e vasos sanguíneos entram na diáfise, levando células osteoprogenitoras, que estabelecem o **centro primário de ossificação**. O tecido ósseo substitui a cartilagem calcificada do modelo original. A remodelação pelos osteoclastos produz uma rede de trabéculas ósseas no centro da diáfise. Próximo ao nascimento, os vasos sanguíneos penetram nas **epífises**, levando as células osteoprogenitoras, e têm-se os **centros secundários de ossificação**. A cartilagem das epífises, com exceção da superfície articular, é substituída pelo tecido ósseo.

Durante a infância e a adolescência, os ossos longos continuam a crescer em comprimento e em largura. O aumento em comprimento deve-se a uma placa de cartilagem em proliferação na junção entre a epífise e a diáfise: o **disco epifisário**. Nele a região de cartilagem hialina junto à epífise é dita **zona de cartilagem em repouso**, e aquela onde os condrócitos dividem-se é a **zona de cartilagem em proliferação** (ou **seriada**). Essa é uma região onde ocorre o crescimento intersticial da cartilagem. Os condrócitos acumulam glicogênio e lipídios, tornando-se volumosos na **zona de cartilagem hipertrófica**. Eles sintetizam fosfatase alcalina, que promove a calcificação da cartilagem. Com a deposição de fosfato de cálcio na matriz, os condrócitos sofrem apoptose, deixando cavidades vazias: é a **zona de cartilagem calcificada**. Tais espaços são invadidos por células da medula óssea, incluindo os precursores de células osteoprogenitoras. Essas células colocam-se sobre os tabiques de matriz cartilaginosa calcificada, diferenciam-se em osteoblastos e produzem a matriz óssea. Essa região é a **zona de ossificação**.



**Figura 3.29** - Fragmento de osso compacto, mostrando sistemas de Havers (SH), canais de Havers (H), canais de Volkmann (V) e lacunas (▲). Método de Shmori (desgaste). Objetiva de 10x (137x).



**Figura 3.30** - Sistema de Havers. É possível observar os canalículos irradiando-se das lacunas para as vizinhas e para o canal de Havers. Método de Shmori (desgaste). Objetiva de 40x (550x).

O **osso compacto** (ou **cortical**) está na periferia dos ossos e forma um envoltório resistente à deformação. Embora a aparência macroscópica densa, ao microscópio de luz, são observados os **sistemas de Havers** (ou **osteons**), cilindros com lamelas ósseas concêntricas e um canal central, o canal de Havers. Os **canais de Havers** são canais longitudinais e contém uma arteríola, uma vênula ou um capilar e nervos. Comunicam-se entre si, com a cavidade medular e com a superfície externa do osso, por canais transversais ou oblíquos, os **canais de Volkmann**. Os canais de Havers e de Volkmann são revestidos pelo endóstio.

Os osteócitos localizam-se entre as lamelas; através dos prolongamentos, captam os nutrientes dos vasos sanguíneos que correm nos canais e, pelas junções comunicantes, repassam aos mais distantes, já que não há difusão de substâncias pela matriz calcificada. Os espaços na matriz óssea deixados pelos osteócitos são as **lacunas**, e aqueles devido aos prolongamentos são os **canalículos**.

Os espaços entre os sistemas de Havers são preenchidos pelas **lamelas intersticiais**, remanescentes da remodelação óssea. As **lamelas circunferenciais internas** encontram-se na parte interna do osso, junto ao canal medular, o qual é revestido pelo endóstio, e as **lamelas circunferenciais externas**, na periferia do osso, próximas ao perióstio.

## - Tecido hematopoético (ou mieloide)

O **tecido mieloide** (ou **tecido hematopoético**) localiza-se na **medula óssea** e realiza a **hematopoese**, ou seja, produz as células sanguíneas, que compõem o **tecido sanguíneo** (ou **sangue**).

A medula óssea é encontrada no canal medular dos ossos longos e nas cavidades dos ossos esponjosos.

A medula óssea do recém-nascido é chamada medula óssea vermelha, por causa do grande número de eritrócitos formados. Entretanto, com o avançar da idade, a maior parte da medula não é mais ativa e é rica em células adiposas, sendo designada medula óssea amarela.

Em torno dos 20 anos, o canal medular dos ossos longos possui somente medula óssea amarela.

A medula óssea vermelha no adulto ocupa os ossos do crânio, as clavículas, as vértebras, as costelas, o esterno e a pelve.

As **células do tecido mieloide** são: células hematopoéticas, células mesenquimais, fibroblastos, células reticulares, células adiposas, macrófagos, plasmócitos e mastócitos.

As células hematopoéticas derivam as células sanguíneas.

As células mesenquimais, os fibroblastos e as células reticulares compõem o estroma da medula óssea.

As células mesenquimais são células-tronco não hematopoéticas.

Os fibroblastos produzem as fibras colágenas que sustentam os vasos sanguíneos.

As células reticulares sintetizam as fibras reticulares, as quais junto com os prolongamentos das células formam uma rede de sustentação para as células hematopoéticas. Pelo acúmulo de lipídios, elas se transformam nas células adiposas. As células reticulares são responsáveis ainda, juntamente com os macrófagos e outras células do estroma do tecido mieloide, pela secreção de fatores que estimulam a proliferação e a diferenciação das células hematopoéticas.



As células sanguíneas surgem de um antecessor comum, a **célula-tronco hematopoética pluripotente**.

A célula-tronco hematopoética, sob a influência de fatores do meio, sofre mitoses sucessivas, e as células-filhas seguem um caminho de diferenciação em uma determinada célula sanguínea ou até mesmo em outros tipos celulares, como os precursores dos mastócitos e dos osteoclastos.

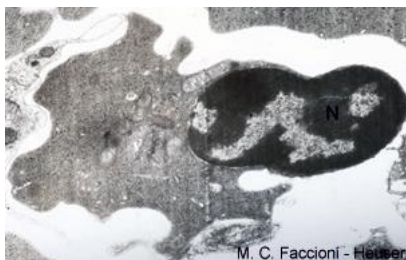
Assim, a medula óssea apresenta microrregiões, onde predomina um tipo de célula sanguínea em diversas fases de maturação, que foram denominadas **colônias** nos estudos experimentais.

A célula-tronco hematopoética, ao se dividir, origina, além de uma célula semelhante a ela, um tipo de célula com uma potencialidade mais limitada: o **progenitor mieloide** (ou **CFU-S**, CFU de *colony-forming unit*, unidade formadora de colônia, e S de *spleen*, baço, porque os experimentos que a identificaram utilizaram esse órgão) ou o **progenitor linfóide** (ou **CFU-L**, de *colony-forming unit-lymphoid*).

A divisão mitótica da CFU-S origina diferentes CFU: a CFU-E/Meg que deriva a CFU-E (responsável pela linhagem eritrocítica) e a CFU-Meg (precursora dos megacariócitos, formadores das plaquetas); a CFU-GM que deriva a CFU-G (responsável pela linhagem de neutrófilos) e a CFU-M (produtora dos monócitos); a CFU-Ba (responsável pelos basófilos), e a CFU-Eo (precursora dos eosinófilos).

A CFU-L origina os linfócitos B, os linfócitos T e as células NK (*natural killer*).

As CFU, bem como as suas células-filhas, possuem uma intensa atividade mitótica.



**Figura 3.31** - Eritroblasto ortocromático sofrendo extrusão do núcleo para formar o eritrócito. Cortesia de Maria Cristina Faccioni-Heuser, UFRGS.



**Figura 3.32** - Reticulócito. Cortesia de Maria Cristina Faccioni-Heuser, UFRGS.

Quando a quantidade de eritrócitos no sangue diminui, o rim produz uma alta concentração de **eritropoetina**, que estimula a eritropoese.

A **CFU-S** diferencia-se em **BFU-E** (*erythroid burst-forming unit*, ou seja, unidade formadora explosiva de eritrócitos), e esta sofre muitas mitoses, gerando um grande número de **CFU-E**, que formam os **proeritroblastos**. Nestes há a síntese da globina, a parte proteica da hemoglobina. O ferro é trazido pela proteína plasmática transferrina.

O proeritroblasto divide-se várias vezes e origina os **eritroblastos basófilos, policromáticos e ortocromáticos** sucessivamente. O citoplasma basófilo, devido à riqueza de ribossomos, torna-se eosinófilo, por causa do acúmulo de hemoglobina. A cromatina condensa-se, e o núcleo picnótico é extruso da célula e fagocitado pelos macrófagos.

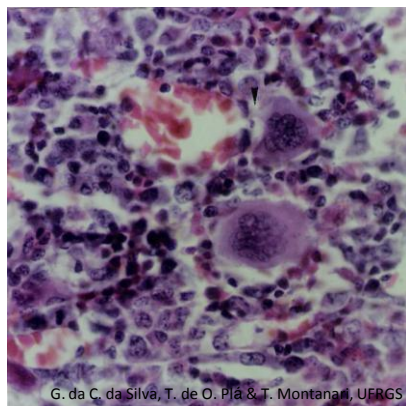
Os eritrócitos entram na circulação através dos capilares presentes na medula óssea.

Cerca de 1 a 2% das células recém-formadas contêm ribossomos residuais, os quais exibem um padrão reticular com azul de cresil. Essas células são denominadas **reticulócitos**.

Após um dia no sangue, como os polissomos não são renovados devido à ausência do núcleo, tornam-se **eritrócitos** (ou **hemácias**), com somente hemoglobina no citoplasma. Eles são bicôncavos, anucleados e eosinófilos. Duram cerca de 120 dias e são eliminados pelos macrófagos do baço, da medula óssea e do fígado.

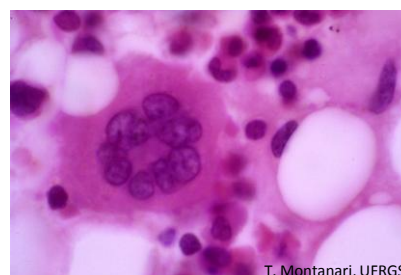
A **CFU-Meg** dá surgimento ao **megacarioblasto**. Ele possui retículo endoplasmático bem desenvolvido para a produção dos fatores de coagulação e das membranas dos canais de demarcação. Torna-se poliploide (até 64n), o que aumenta o seu tamanho e o do seu núcleo e diferencia-se em **megacariócito**, uma célula gigante, com núcleo lobulado.

Os megacariócitos emitem para o interior dos capilares sanguíneos seus prolongamentos, os quais se fragmentam nas **plaquetas**. Estas são pequenas e anucleadas e estão envolvidas na coagulação sanguínea. Sua vida média é de cerca de 10 dias.



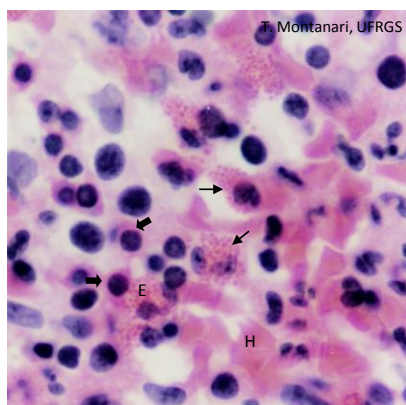
G. da C. da Silva, T. de O. Pla & T. Montanari, UFRGS

**Figura 3.33** - No tecido mieloide, entre as diversas células hematopoéticas, destacam-se, pelo grande tamanho, dois megacariócitos. É indicado o prolongamento de um deles penetrando o capilar para a liberação das plaquetas. HE. Objetiva de 40x (550x).



T. Montanari, UFRGS

**Figura 3.34** - Megacariócito, outras células hematopoéticas e células adiposas na medula óssea. HE. Objetiva de 100x.



T. Montanari, UFRGS

**Figura 3.35** - Nesse esfregaço de tecido mieloide, são observados eritroblastos ortocromáticos ( ➡ ), que formarão as hemácias (H), e metamielócitos eosinofílicos ( ➔ ), precursores dos eosinófilos (E). HE. Objetiva de 100x (1.373x).

A **CFU-Eo**, a **CFU-Ba** e a **CFU-G** originam os **mieloblastos**, que se dividem nos **promielócitos**, e estes, nos **mielócitos eosinófilos, basófilos e neutrófilos**. Estes contêm, além dos grânulos azurófilos, grânulos específicos que se coram pela eosina (eosinófilos), pelo azul de metileno (basófilos) ou exibem menor afinidade por esses corantes.

No estágio seguinte de maturação, no **metamielócito**, o núcleo tem uma chanfradura profunda que indica o início da lobulação.

Na linhagem formadora de neutrófilos, reconhece-se ainda uma célula com o núcleo em forma de um bastão recurvado, o **bastonete**, enquanto o neutrófilo maduro, com o núcleo segmentado em lóbulos, é referido nos hemogramas como **segmentado**.

Conforme os grânulos específicos presentes no citoplasma e a forma do núcleo, os **leucócitos granulócitos** maduros são classificados em: **eosinófilo, basófilo e neutrófilo**. Eles vão para a corrente sanguínea, onde permanecem por 8 a 12h, e entram no tecido conjuntivo, onde desempenham a sua ação.

A **CFU-M** (ou **monoblasto**), por divisão celular, origina os **promonócitos**, os quais se dividem nos **monócitos**. Eles exibem núcleo excêntrico, ovoide ou em forma de rim e citoplasma basófilo, azul-acizentado, com grânulos azurófilos, ou seja, lisossomos.

Devido à ausência de grânulos específicos, são classificados como **leucócitos agranulócitos**. Os monócitos entram na circulação sanguínea, permanecendo por até três dias, e vão para o tecido conjuntivo, onde se diferenciam em **macrófagos**.

O **progenitor linfoide** (ou **CFU-L**) divide-se na medula óssea para formar as células progenitoras dos linfócitos B (**CFU-LiB**) ou dos linfócitos T (**CFU-LiT**).

Nas aves, a CFU-LiB migra para um divertículo anexo ao intestino, a *bursa de Fabricius* (ou bolsa de Fabrício), onde se divide várias vezes, originando os **linfócitos B** (B de *bursa*). Nos mamíferos, isso ocorre na própria medula óssea.

A CFU-LiT sofre mitoses, formando **linfócitos T** imunoincompetentes, que entram na corrente sanguínea e vão para o timo, onde se tornam imunocompetentes. Tanto os linfócitos B como os linfócitos T imunocompetentes proliferam nos órgãos linfoides.

À medida que as células da linhagem linfocítica amadurecem, diminuem de volume, e sua cromatina condensa-se.

## - Tecido sanguíneo

Por circular pelo corpo, o sangue é o veículo ideal para o transporte dos gases, como o  $O_2$  e o  $CO_2$ , os nutrientes absorvidos pelas células do sistema digestório, os catabólitos excretados pelas células, os hormônios, os eletrólitos, o calor e as células de defesa. Com o transporte de calor, contribui para a regulação da temperatura corporal e, com o transporte de substâncias, como proteínas e eletrólitos, mantém o equilíbrio osmótico e ácido-básico.

Em um adulto, o volume do sangue é de aproximadamente 5L.

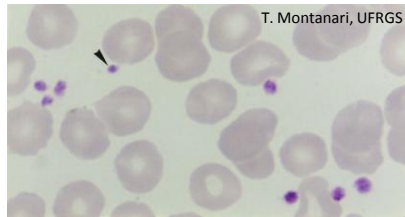
O tecido sanguíneo é constituído pelas **células sanguíneas**: os eritrócitos (hemácias ou glóbulos vermelhos), as plaquetas, os leucócitos (ou glóbulos brancos), que são os neutrófilos, eosinófilos, basófilos, monócitos e linfócitos, e pelo **plasma**, um líquido com compostos orgânicos e inorgânicos.

Em um tubo de **hematócrito**, após a centrifugação do sangue com anticoagulante, formam-se três camadas: a camada inferior perfaz 35 a 50% do volume sanguíneo, apresenta uma cor avermelhada e é constituída pelos eritrócitos (do grego *erythros*, vermelho); a delgada camada acima é branco-acizentada, representa 1% do volume sanguíneo e contém as plaquetas e os leucócitos (do grego *leukos*, branco), e o líquido translúcido amarelo na parte superior é o plasma.

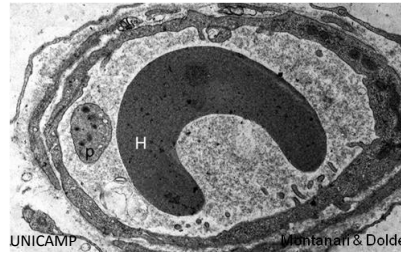
**Quadro 3.1** - Valores de referência de hemograma de pessoa acima de 16 anos:

<b>Eritrócitos</b>	♀ 3.900.000 - 5.000.000 /mm <sup>3</sup> ♂ 4.300.000 - 5.700.000 /mm <sup>3</sup>
<b>Plaquetas</b>	140.000 - 450.000 /mm <sup>3</sup>
<b>Leucócitos</b>	3.500 - 10.500 /mm <sup>3</sup>
<b>Neutrófilos</b>	1.700 - 8.000 /mm <sup>3</sup>
<b>Linfócitos</b>	900 - 2.900 /mm <sup>3</sup>
<b>Monócitos</b>	300 - 900 /mm <sup>3</sup>
<b>Eosinófilos</b>	50 - 500 /mm <sup>3</sup>
<b>Basófilos</b>	0 - 100 /mm <sup>3</sup>

Fonte: LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS ALFA. Caxias do Sul, RS. Acessado em 06 de abril de 2015.



**Figura 3.36** - Hemácias e plaquetas ( ► ) em um esfregaço sanguíneo. Giemsa. Objetiva de 100x (1.373x).

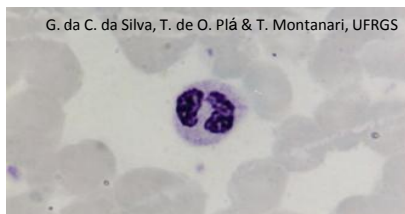


**Figura 3.37** - Eletromicrografia do corte transversal de um capilar com hemácia (H) e plaqueta (p) na sua luz. 8.171x.

Os **eritrócitos** (ou **hemácias**) são bicôncavos, anucleados e, devido à hemoglobina, eosinófilos.

A hemoglobina é formada por quatro cadeias polipeptídicas ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e/ou  $\delta$ ), cada uma delas ligada covalentemente a um grupo heme, com um radical  $Fe^{2+}$  (ferroso), o qual se liga a uma molécula de  $O_2$ ; quando as hemácias alcançam os tecidos, onde a pressão de  $O_2$  é baixa, elas liberam o  $O_2$ . O  $CO_2$  pode se ligar à hemoglobina, mas a maior parte é transportada dos tecidos para os pulmões, dissolvida no plasma, inclusive como bicarbonato.

Como as **plaquetas** são resultantes da fragmentação do citoplasma dos megacariócitos, elas são pequenas e anucleadas. Estão envolvidas na coagulação sanguínea: têm um glicocálix espesso, com moléculas para a adesão; invaginações da membrana que aumentam a superfície e facilitam a liberação de substâncias; filamentos de actina e moléculas de miosina na periferia para a projeção de filopódios, o movimento da célula, a extrusão dos grânulos e a retração do coágulo; abaixo da faixa marginal de microtúbulos e espalhado pelo citoplasma, o sistema tubular denso, consistindo em túbulos delgados membranosos com um material eletrodense, que armazena cálcio; os grânulos  $\alpha$ , com os fatores de coagulação, o fator de crescimento derivado de plaquetas e glicoproteínas de adesão, e os grânulos  $\delta$ , com cálcio, ADP, ATP, histamina, pirofosfatase e serotonina.



**Figura 3.38** - Eosinófilo. Giemsa. Objetiva de 100x (1.373x).



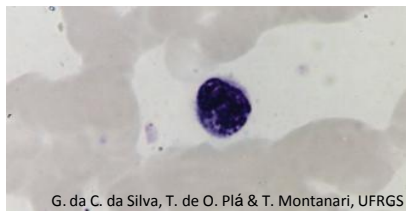
**Figura 3.39** - Ilustração da ultraestrutura do eosinófilo. Baseado em Junqueira & Carneiro, 2013. p. 34.

Como possuem grânulos específicos, os eosinófilos, os basófilos e os neutrófilos são **leucócitos granulócitos**.

Os **eosinófilos** têm núcleo bilobulado e citoplasma com grânulos azurófilos e grânulos específicos eosinófilos. Estes últimos coram-se em rosa-escuro e, ao microscópio eletrônico, exibem um cristalóide eletrodense, o *internum*, circundado por uma matriz menos eletrodensa, o *externum*.

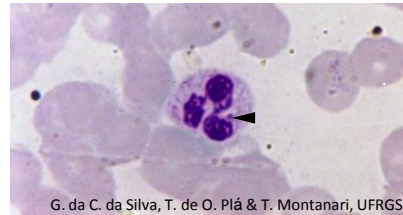
Os grânulos azurófilos e eosinófilos são lisossomos.

Os eosinófilos limitam o processo alérgico, fagocitam o complexo antígeno-anticorpo e destroem parasitas.



G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS

Figura 3.40 - Basófilo. Giemsa. Objetiva de 100x (1.373x).



G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS

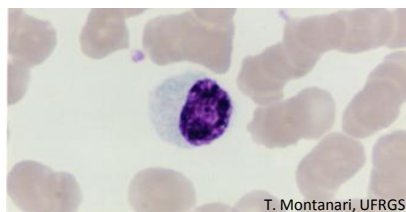
Figura 3.41 - Neutrófilo com cromatina sexual ( ► ). Giemsa. Objetiva de 100x (1.373x).

Os **basófilos** têm núcleo bilobulado ou retorcido, em S, grânulos azurófilos (lisossomos) e grânulos específicos basófilos, os quais se coram em azul-escuro e obscurecem o núcleo.

Os grânulos basófilos contêm histamina e outros mediadores químicos das reações alérgicas.

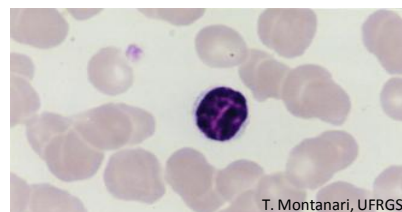
Os **neutrófilos** possuem núcleo com três a cinco lóbulos e citoplasma levemente eosinófilo, com grânulos azurófilos (lisossomos), em púrpura, e grânulos específicos, em rosa-claro. Os grânulos específicos contêm fosfatase alcalina, colagenase, lactoferrina e lisozima.

Os neutrófilos constituem a primeira linha de defesa contra a invasão de micro-organismos; fagocitam bactérias, fungos e células mortas.



T. Montanari, UFRGS

Figura 3.42 - Monócito. Giemsa. Objetiva de 100x (1.373x).



T. Montanari, UFRGS

Figura 3.43 - Linfócito. Giemsa. Objetiva de 100x (1.373x).

Como não possuem grânulos específicos, os monócitos e os linfócitos são **leucócitos agranulócitos**.

Os **monócitos** exibem núcleo excêntrico, ovoide ou em forma de rim e citoplasma basófilo, azul-acizentado, com grânulos azurófilos, ou seja, lisossomos.

Eles entram na circulação sanguínea e vão para o tecido conjuntivo, onde se diferenciam em **macrófagos**.

Os **linfócitos** possuem núcleo esférico e escuro e citoplasma escasso e, devido aos ribossomos e aos grânulos azurófilos (lisossomos), levemente basófilo, corando-se em azul-claro.

Os linfócitos B vão para a corrente sanguínea e para o tecido conjuntivo de diversos órgãos e, principalmente, para os órgãos linfoides, onde, ao contato com o antígeno, se diferenciam em **plasmócitos** e sintetizam imunoglobulinas, os anticorpos.

Os linfócitos T podem eliminar células estranhas e alteradas por vírus, promover ou suprimir a resposta imunológica (células T citotóxicas, auxiliares ou supressoras, respectivamente).

O **plasma** é uma solução aquosa com proteínas (7%), sais inorgânicos (0,9%), aminoácidos, vitaminas, hormônios e glicose.

A maioria das proteínas plasmáticas é sintetizada no fígado, como: albumina,  $\alpha$ - e  $\beta$ -globulinas, lipoproteínas de baixa densidade (LDL), lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) e as proteínas da coagulação, como protrombina e fibrinogênio.

A albumina é a proteína mais abundante, tendo um papel importante na manutenção da pressão osmótica do sangue.

A albumina, as  $\alpha$ - e  $\beta$ -globulinas e as lipoproteínas são proteínas transportadoras.

Há ainda, no plasma, anticorpos produzidos pelos plasmócitos, as  $\gamma$ -globulinas (ou imunoglobulinas).

# **Tecido Nervoso**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiana Montanari  
**Departamento de Ciências Morfológicas – ICBS – UFRGS**

**CARACTERÍSTICAS**

**COMPONENTES**

**SISTEMA NERVOSO CENTRAL**

**SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO**

## CARACTERÍSTICAS

O **tecido nervoso** recebe informações do meio ambiente através dos sentidos (visão, audição, olfato, gosto e tato) e do meio interno, como temperatura, estiramento e níveis de substâncias.

Processa essas informações e elabora uma resposta que pode resultar em ações, como a contração muscular e a secreção de glândulas, em sensações, como dor e prazer, ou em informações cognitivas, como o pensamento, o aprendizado e a criatividade.

Ele é ainda capaz de armazenar essas informações para uso posterior: é a memória.

O tecido nervoso apresenta abundância e variedade de células, mas é pobre em matriz extracelular.

Os **neurônios** são responsáveis pela transmissão da informação através da diferença de potencial elétrico na sua membrana, enquanto as demais células, as **células da neuróglia** (ou **glia**), sustentam-nos e podem participar da atividade neuronal ou da defesa. No **SNC**, essas células são os **astrócitos**, os **oligodendrócitos**, as **células da micróglia** e as **células ependimárias**. No **SNP**, são as **células-satélites** e as **células de Schwann**.

A **matriz extracelular** deve constituir 10 a 20% do volume do encéfalo. Não há fibras, mas há glicosaminoglicanos (ácido hialurônico, sulfato de condroitina e sulfato de heparana), que conferem uma estrutura de gel ao líquido tissular, permitindo a difusão entre capilares e células.

O tecido nervoso encontra-se distribuído pelo organismo, mas está interligado, resultando no **sistema nervoso**.

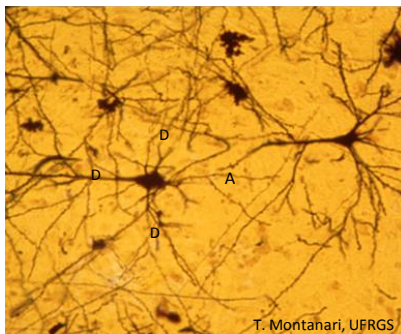
Forma órgãos como o **encéfalo** e a **medula espinal**, que compõem o **sistema nervoso central (SNC)**.

O tecido nervoso localizado além do sistema nervoso central é denominado **sistema nervoso periférico (SNP)** e é constituído por aglomerados de neurônios, os **gânglios nervosos**, e por feixes de prolongamentos dos neurônios, os **nervos**.

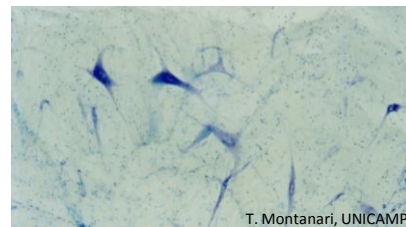
## COMPONENTES

Os **neurônios** possuem um **corpo celular** com o núcleo e outras organelas e do qual partem os prolongamentos, que são os **dendritos** e o **axônio**.

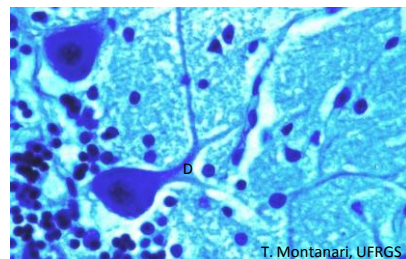
A forma do **corpo celular** varia conforme a localização e a atividade funcional do neurônio, podendo ser **piramidal**, **estrelada**, **fusiforme**, **piriforme** ou **esférica**.



**Figura 4.1** - Neurônios piramidais do cérebro. Impregnação pela prata pelo método de Golgi. A – axônio; D – dendritos. Objetiva de 40x (550x).



**Figura 4.2** - Neurônios com forma estrelada da medula espinal. Distensão. Azul de toluidina. Objetiva de 10x.



**Figura 4.3** - A célula de Purkinje do cerebelo é um neurônio com forma piriforme. D – dendritos. HE. Objetiva de 40x.





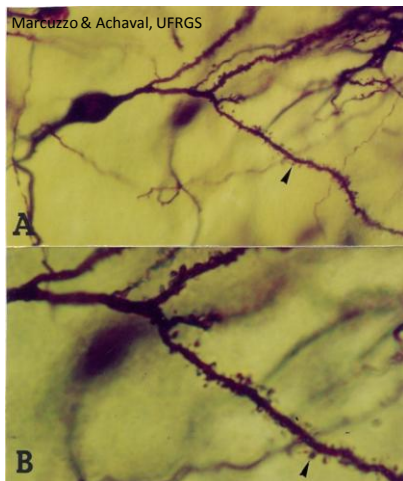
**Figura 4.4** - Neurônio pseudounipolar do gânglio sensorial, com corpo celular esférico e presença de grânulos basófilos, os corpúsculos de Nissl. HE. Objetiva de 100x (851x).

O núcleo é grande, esférico ou ovoide e eucromático, com um e, às vezes, dois ou três nucléolos proeminentes.

O retículo endoplasmático rugoso é bem desenvolvido e há abundância de ribossomos livres, o que confere basofilia ao citoplasma, inclusive na forma de grânulos, os **corpúsculos de Nissl**.

Essas características estão relacionadas com a intensa atividade da célula na síntese proteica.

Além das proteínas necessárias para manter a sua estrutura e o seu metabolismo, o neurônio produz neurotransmissores peptídicos.

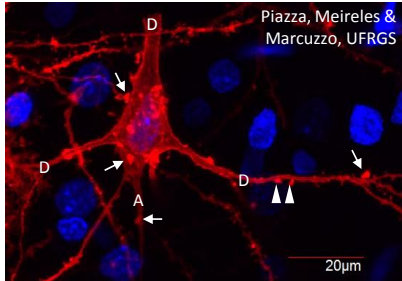


**Figura 4.5** - Espículas dendríticas. Método de Golgi. A – objetiva de 40x (416x); B – objetiva de 100x (1040x). Cortesia de Simone Marcuzzo e Matilde Elena Achaval, UFRGS.

Os **dendritos** são as terminações aferentes, isto é, recebem os estímulos do meio ambiente, de células epiteliais sensoriais ou de outros neurônios.

Eles se ramificam, afinando até as extremidades e exibem pequenas expansões bulbosas, as **espículas dendríticas**, onde ocorre o contato com outros neurônios.

Há uma perda de espículas dendríticas com a idade e com a deficiência nutricional.



**Figura 4.6** - Microscopia confocal de neurônio piramidal do córtex motor de rato, onde são indicados dendritos (D), axônio (A), espículas dendríticas (▶) e botões sinápticos (→). Dupla marcação fluorescente, com DNA corado em azul com DAPI (4',6 - diamidino - 2 - phenylindole) (laser 405nm) e membrana corada em vermelho com DiI18(3) (1,1' - dioctadecyl - 3,3,3'3' - tetramethylindocarbocyanine perchlorate) (laser 555nm). Objetiva de 60x e zoom de 2x. Cortesia de Francele Valente Piazza, André Luís Ferreira de Meireles e Simone Marcuzzo, UFRGS.

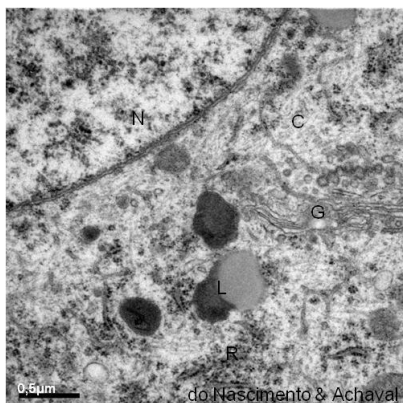
O **axônio** é um prolongamento eferente do neurônio: conduz os impulsos a outro neurônio, a células musculares ou glandulares.

Ele é geralmente mais delgado e bem mais longo que os dendritos e tem um diâmetro constante.

Ao longo do seu trajeto, o axônio pode emitir ramos colaterais.

A porção final do axônio é o telodendro. Ele se ramifica e se dilata nas extremidades, onde há o contato com a célula seguinte (**botões sinápticos**).

Os locais de contato entre dois neurônios ou entre um neurônio e a célula efetora, como uma célula glandular ou uma célula muscular, são as **sinapses**.



**Figura 4.7** - Eletromicrografia de neurônio pseudounipolar, onde se observam parte do núcleo (N) e do citoplasma, com retículo endoplasmático rugoso (R), Golgi (G), lisossomos (L) e citoesqueleto (C) bem desenvolvidos. Cortesia de Patrícia do Nascimento e Matilde Achaval Elena, UFRGS.

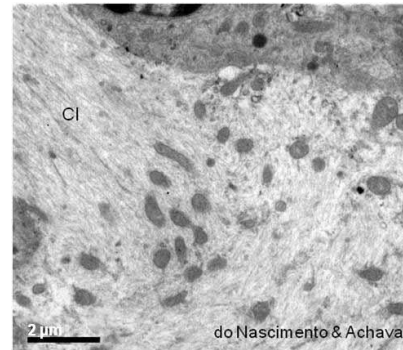
O citoesqueleto é bastante organizado e mantém o formato da célula, sustenta os prolongamentos e permite o transporte de organelas e substâncias.

É constituído por: filamentos de actina, filamentos intermediários (**neurofilamentos**), microtúbulos e proteínas motoras, como a cinesina e a dineína.

As moléculas de **cinesina** migram em direção à extremidade positiva dos microtúbulos, possibilitando o movimento de vesículas e organelas do corpo celular para a extremidade do axônio (**transporte anterógrado**).

As **dineínas** migram para a extremidade negativa dos microtúbulos, realizando o transporte da extremidade do axônio para o corpo celular (**transporte retrógrado**).

O axônio é distinguido dos dendritos por não possuir retículo endoplasmático rugoso, não exibindo os grânulos basófilos. A região do corpo celular onde nasce o axônio, o **cone de implantação**, é também desprovida dos corpúsculos de Nissl e é rica em microtúbulos e neurofilamentos.



**Figura 4.8** - Eletromicrografia do cone de implantação (CI) de neurônio pseudounipolar, onde é possível notar a ausência do retículo endoplasmático rugoso e a abundância de neurofilamentos. Cortesia de Patrícia do Nascimento e Matilde Achaval Elena, UFRGS.

De acordo com o número de prolongamentos, os neurônios podem ser classificados em:

- **neurônios bipolares**, que apresentam dois prolongamentos, um dendrito e um axônio; ocorrem, por exemplo, na retina, na mucosa olfatória e nos gânglios coclear e vestibular;
- **neurônios pseudounipolares**, os quais surgem na vida embrionária como neurônios bipolares, mas os dois prolongamentos fundem-se próximo ao corpo celular; as arborizações terminais do ramo periférico recebem estímulos dos ambientes interno ou externo, funcionando como dendritos, e esses estímulos, sem passar pelo corpo celular, transitam pelo prolongamento que se dirige para o SNC, funcionando como axônio; ocorrem nos gânglios sensoriais cranianos e espinais;
- **neurônios multipolares**, que apresentam mais de dois prolongamentos celulares; é a maioria dos neurônios, estão presentes no cérebro, no cerebelo e na medula espinal.

Segundo a sua função, os neurônios são classificados em:

- **neurônios sensoriais** (aférentes), que recebem estímulos sensoriais do meio ambiente e do próprio organismo e os conduzem ao SNC para o processamento; são neurônios pseudounipolares;
- **interneurônios**, que estão localizados no SNC e estabelecem conexões entre os neurônios; podem ser neurônios bipolares ou multipolares;
- **neurônios motores** (eferentes), que se originam no SNC e conduzem os impulsos para outros neurônios, glândulas ou músculos; são neurônios multipolares.

Os **astrócitos** são as maiores e mais numerosas células da glia do SNC.

Apresentam uma morfologia estrelada, devido aos prolongamentos; núcleo ovoide ou irregular, e citoplasma com a **proteína ácida fibrilar glial (GFAP de glial fibrillary acidic protein)**, um filamento intermediário exclusivo dessas células no SNC. Segundo a quantidade e o comprimento dos prolongamentos, os **astrócitos** são classificados em **protoplasmáticos** ou **fibrosos**.

Os **astrócitos protoplasmáticos** são encontrados na substância cinzenta e apresentam muitos prolongamentos, mas curtos e espessos, com poucos feixes de GFAP.

Os **astrócitos fibrosos** são encontrados na substância branca e exibem menos prolongamentos, os quais são mais longos, ricos em GFAP.

Os astrócitos fornecem suporte físico e metabólico aos neurônios do SNC e contribuem para a manutenção da homeostase.

A extremidade dos prolongamentos dos astrócitos circunda os vasos sanguíneos e, através desses **pés vasculares**, nutrientes são levados para os neurônios e neurotransmissores e íons em excesso são retirados do fluido extracelular.

Os pés vasculares modificam a estrutura do endotélio, impedindo a passagem de macromoléculas para o tecido nervoso (**barreira hematoencefálica**).

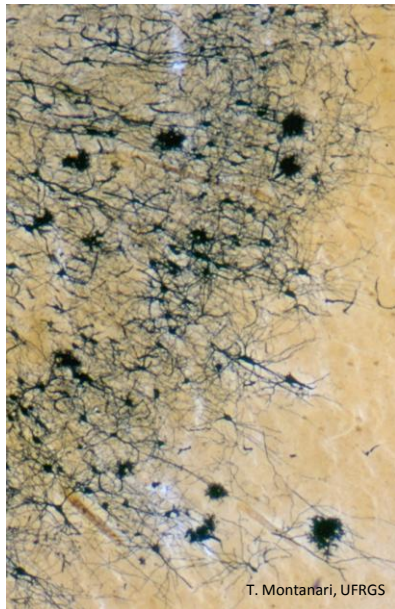
Na superfície do cérebro, os prolongamentos dos astrócitos protoplasmáticos formam uma camada, a **glia limitante**, uma barreira relativamente impermeável.

Os **oligodendrócitos** estão localizados na substância cinzenta e na substância branca do SNC.

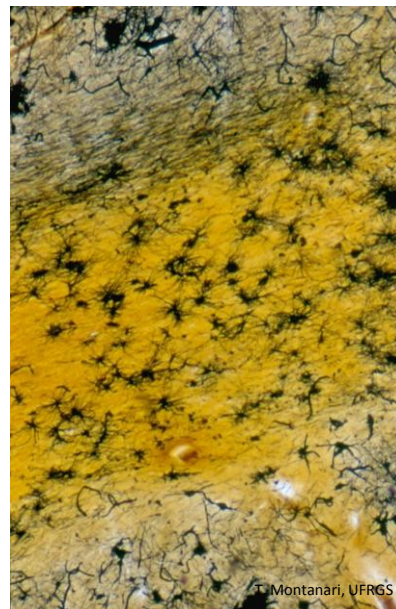
São menores do que os astrócitos e com poucos prolongamentos.

Na substância cinzenta, os oligodendrócitos estão próximos aos corpos celulares dos neurônios, e há uma interdependência no metabolismo dessas células.

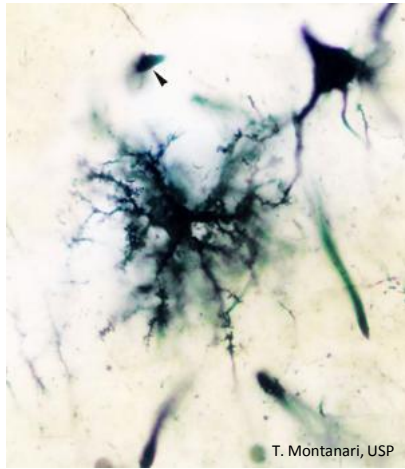
Na substância branca, os prolongamentos dos oligodendrócitos envolvem segmentos de vários axônios, formando a **bainha de mielina**.



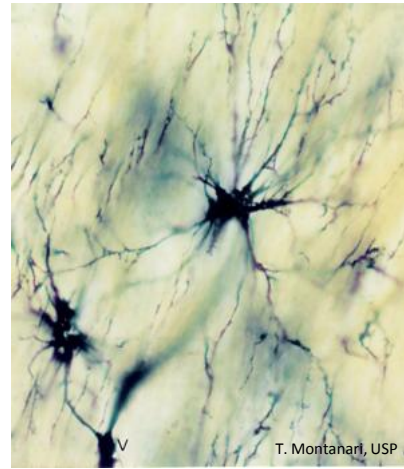
**Figura 4.9** - Neurônios e astrócitos protoplasmáticos na substância cinzenta do cérebro. Método de Golgi. Objetiva de 3,2x.



**Figura 4.10** - Astrócitos fibrosos na substância branca do cérebro. Método de Golgi. Objetiva de 3,2x.



**Figura 4.11** - Astrócito protoplasmático fazendo contato com os dendritos de um neurônio (piramidal e multipolar). Um oligodendrócito é apontado. Método de Golgi. Objetiva de 100x (1.373x).



**Figura 4.12** - Dois astrócitos fibrosos, sendo que o prolongamento de um deles envolve um vaso sanguíneo (V) como pé vascular. Método de Golgi. Objetiva de 100x (1.373x).

As **células microgliais** são as menores células da glia.

Estão presentes na substância cinzenta e na substância branca do SNC.

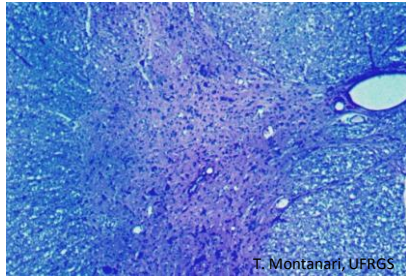
São macrófagos especializados: atuam como células dendríticas apresentadoras de antígenos, secretam citocinas e removem restos celulares.

De modo semelhante aos macrófagos, os seus precursores (progenitores de granulócito/monócito) originam-se na medula óssea.

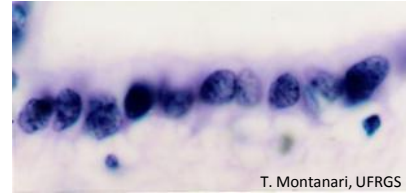
O corpo celular é alongado, e há prolongamentos ramificados e com espículas. O núcleo tem forma de bastão ou vírgula e cromatina condensada. Entre as organelas, há uma predominância de lisossomos.

Com HE, é possível visualizar somente o núcleo, sendo necessária a impregnação argêntica, como o método do carbonato de prata fraco de del Rio Hortega, ou a imunocitoquímica para a marcação da célula microglial inteira.

Como são as únicas células gliais de origem mesenquimal, as células da micróglia possuem o filamento intermediário **vimentina**, o que pode ser útil para a identificação por métodos imunocitoquímicos.



**Figura 4.13** - Imagem de parte do corte da medula espinal, onde se observa o canal medular (ou endimário). HE. Objetiva de 3,2x.

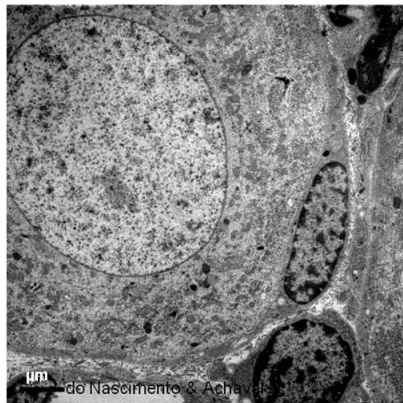


**Figura 4.14** - Células endimárias do canal medular. HE. Objetiva de 100x (1.373x).

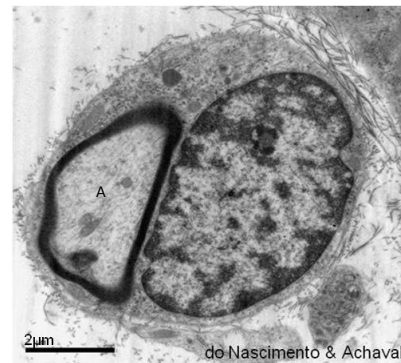
As **células endimárias (ependima)** são células cúbicas ou colunares, com núcleo ovoide, prolongamentos na superfície basal e microvilos ou cílios na superfície apical.

Elas se colocam lado a lado e revestem as cavidades cerebrais (ventrículos) e o canal central da medula espinal.

As células endimárias que revestem os ventrículos são modificadas e formam o epitélio dos plexos coroides. Elas transportam água, íons e proteínas, produzindo o **líquido cerebrospinal**.



**Figura 4.15** - Neurônio pseudounipolar com célula satélite adjacente na microscopia eletrônica. Cortesia de Patrícia do Nascimento e Matilde Achaval Elena, UFRGS.



**Figura 4.16** - Eletromicrografia da célula de Schwann circundando o axônio (A), em corte transversal. Cortesia de Patrícia do Nascimento e Matilde Achaval Elena, UFRGS.

As **células satélites** e as **células de Schwann** estão localizadas no SNP.

As **células satélites** estão ao redor do corpo dos neurônios nos gânglios nervosos. São pequenas, achatadas, com núcleo escuro, heterocromático. Possuem GFAP, junções comunicantes e uma lâmina basal na face externa. Elas mantêm um microambiente controlado em torno do neurônio, permitindo isolamento elétrico e uma via para trocas metabólicas. Aquelas dos gânglios autônomos do intestino podem ainda participar na neurotransmissão e ajudar a coordenar as atividades dos sistemas nervoso e imune.

As **células de Schwann** são alongadas, com núcleo também alongado, Golgi pouco desenvolvido e poucas mitocôndrias. Contêm GFAP e são circundadas pela lâmina externa. Não possuem prolongamentos e com seu próprio corpo envolvem o axônio. O axônio e a bainha envoltória constituem a **fibra nervosa**.

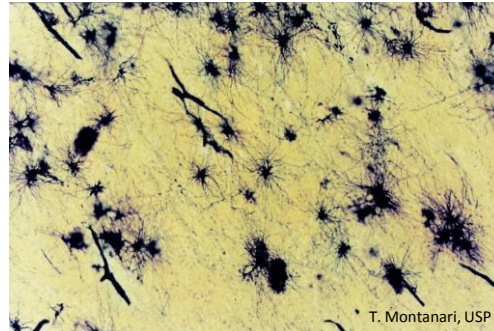
## SISTEMA NERVOSO CENTRAL

No **SNC**, há uma segregação entre os corpos celulares dos neurônios e os seus prolongamentos, de modo que são reconhecidas: a **substância cinzenta**, com os **corpos celulares dos neurônios** e parte dos seus prolongamentos e as células da glia, e a **substância branca**, com os **prolongamentos dos neurônios** e as células da glia.

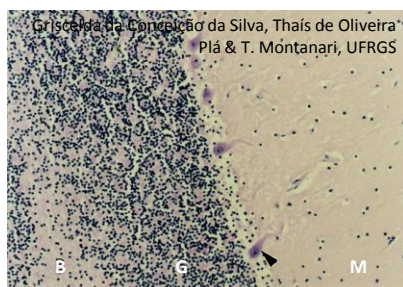
A presença da **mielina**, um material lipídico esbranquiçado que envolve um dos prolongamentos do neurônio (axônio), é responsável pela coloração branca.



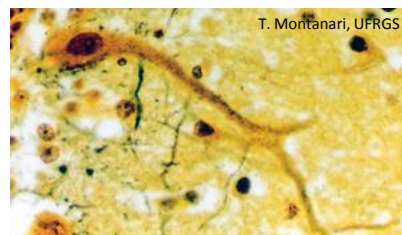
**Figura 4.17** - O córtex do cérebro é de substância cinzenta: estão presentes os corpos dos neurônios, além das células da glia, como os astrócitos protoplasmáticos (►). Os neurônios visualizados são piramidais quanto à forma do corpo celular; multipolares quanto ao número de prolongamentos, e motores quanto à sua função. Método de Golgi. Objetiva de 10x.



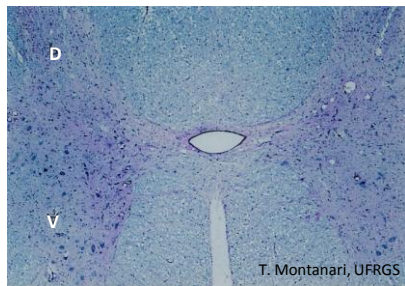
**Figura 4.18** - A substância branca, posicionada internamente no cérebro, não possui corpos de neurônios e tem astrócitos fibrosos. Método de Golgi. Objetiva de 10x.



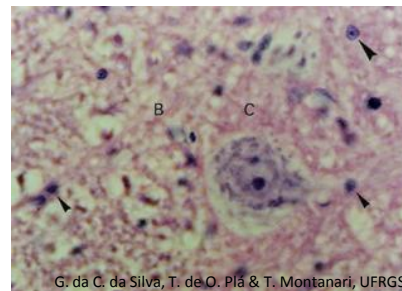
**Figura 4.19** - O córtex do cerebelo é de substância cinzenta e tem três camadas: camada molecular (M), que é a mais externa e contém poucos neurônios; camada de células de Purkinje (►), as quais são neurônios multipolares, cujos dendritos se projetam para a camada molecular, e camada granulosa (G), com neurônios multipolares, os menores neurônios do corpo. B - substância branca. HE. Objetiva de 10x (137x).



**Figura 4.20** - Célula de Purkinje do cerebelo. A forma do corpo celular desse neurônio é piriforme. Impregnação pela prata pelo método de Cajal-Castro. Objetiva de 40x (550x).



**Figura 4.21** - Na medula espinal, a substância cinzenta localiza-se internamente, em forma de H ou borboleta. Nos cornos dorsais (D) (ou posteriores), entram os axônios dos neurônios situados nos gânglios sensoriais, que captam estímulos do ambiente externo ou interno. Os cornos ventrais (V) (ou anteriores) contêm neurônios multipolares, motores, cujos axônios conduzem os impulsos para os músculos. No centro, há o canal medular (ou ependimário). HE. Objetiva de 4x (34x).



**Figura 4.22** - Substância cinzenta (C) e substância branca (B) da medula espinal. O neurônio é volumoso para manter o longo axônio. Além do nucléolo proeminente, é possível visualizar a cromatina sexual no núcleo. O citoplasma é rico na substância de Nissl. Núcleos de astrócito (▶) e oligodendrócitos (▶) são indicados. A substância branca contém os axônios envolvidos pela bainha de mielina produzida pelos oligodendrócitos, resultando nas fibras nervosas. HE. Objetiva de 40x (550x).

Nos **cornos ventrais** (ou **anteriores**) da **medula espinal**, há os corpos dos **neurônios**. Eles são **multipolares**, quanto ao número de prolongamentos celulares; **motores** quanto à sua função, e **estrelados** quanto à forma do corpo celular. Seu núcleo é esférico ou ovoido e eucromático, com nucléolo proeminente. No sexo feminino, pode ser observado, associado ao nucléolo ou à face interna da membrana nuclear, um corpúsculo que corresponde à **cromatina sexual** (ou **corpúsculo de Barr**), ou seja, ao cromossomo X heterocromático. O citoplasma apresenta os **corpúsculos de Nissl**, que correspondem ao retículo endoplasmático rugoso bem desenvolvido e aos ribossomos livres.

Os **oligodendrócitos** envolvem o axônio, formando a bainha de mielina na substância branca.

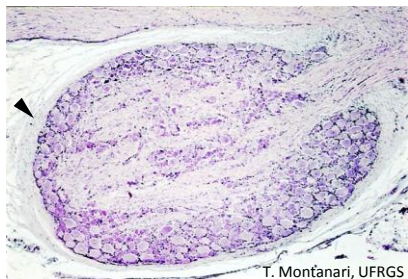
O canal medular (ou ependimário) é revestido pelas **células ependimárias**.

O SNC é circundado por três camadas protetoras de tecido conjuntivo, as **meninges** (do grego *meninx*, membrana), que são:

- **pia-máter** (do latim, *pia*, macio; *mater*, mãe): localiza-se sobre a glia limitante, a camada de prolongamentos de astrócitos que recobre o tecido nervoso; como seu nome sugere, é uma membrana delicada, consiste em uma camada de células epiteliais pavimentosas de origem mesenquimatosa, as **células meningoteliais**, e em **tecido conjuntivo frouxo** bastante vascularizado; envolve os vasos sanguíneos ao entrarem no tecido nervoso, resultando nos espaços perivascularares, mas desaparece antes que eles se transformem em capilares; continua-se com o perineuro dos fascículos nervosos; pregas da pia-máter revestidas pelo epêndima formam os plexos coróides do terceiro e do quarto ventrículos e dos ventrículos laterais;
- **aracnoide** (do grego, *arachnoeides*, semelhante a uma teia de aranha): é composta por **tecido conjuntivo denso** avascularizado (embora vasos sanguíneos a atravessem) e por **células meningoteliais** nas superfícies; a região vizinha à pia-máter é trabeculada, e as cavidades correspondem ao espaço subaracnóideo, por onde entram e saem as principais artérias e veias do cérebro; apresenta, em certos locais, as vilosidades aracnoideas, expansões que perfuram a dura-máter e vão terminar em seios venosos;
- **dura-máter** (do latim, *dura*, duro; *mater*, mãe): a meninge mais externa é uma camada espessa e resistente; no crânio, está adjacente ao periósteo e, na medula espinal, está separada do periósteo das vértebras pelo espaço epidural, que contém tecido conjuntivo frouxo com células adiposas e um plexo venoso; é constituída por **tecido conjuntivo denso modelado** e pelas **células meningoteliais** na superfície interna e, no caso da coluna vertebral, também na superfície externa.

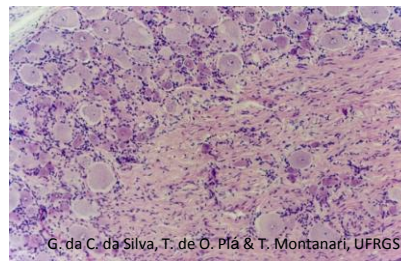


## SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO



T. Montanari, UFRGS

**Figura 4.23** - Gânglio sensorial (ou cerebrospinal). Possui uma cápsula de tecido conjuntivo denso não modelado (►). Os corpos dos neurônios pseudounipolares predominam na zona cortical, e as fibras nervosas, formadas pelo axônio envolto pelas células de Schwann, situam-se na zona medular. Elas captam estímulos dos ambientes interno e externo e os enviam para o cérebro pelos nervos cranianos ou para a medula espinal pelos nervos espinais. HE. Objetiva de 4x (34x).



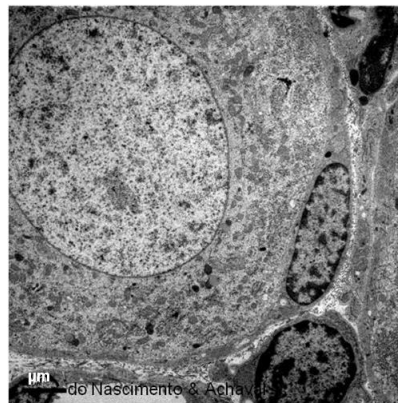
G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS

**Figura 4.24** - Na zona cortical do gânglio sensorial, há os corpos dos neurônios pseudounipolares circundados pelas células satélites. Na zona medular, há as fibras nervosas. Entre os elementos nervosos, há fibroblastos e fibras colágenas. HE. Objetiva de 10x.



T. Montanari, UFRGS

**Figura 4.25** - Neurônio pseudounipolar do gânglio sensorial. HE. Objetiva de 100x (851x).

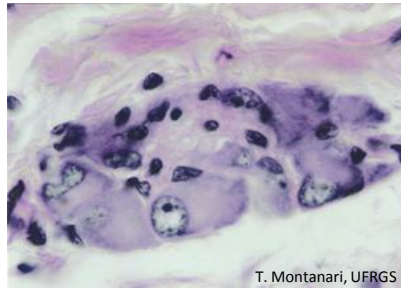


do Nascimento & Achaval

**Figura 4.26** - Neurônio pseudounipolar com célula satélite adjacente na microscopia eletrônica. Cortesia de Patrícia do Nascimento e Matilde Achaval Elena, UFRGS.

Os **neurônios** dos **gânglios cranianos e espinais** são **esféricos** quanto à forma do corpo celular, **pseudounipolares** quanto ao número de prolongamentos e **sensoriais** segundo a sua função.

As **células satélites** estão ao redor dos corpos dos neurônios nos gânglios nervosos.



T. Montanari, UFRGS

**Figura 4.27** - Gânglio intramural do intestino. Apresenta neurônios multipolares e poucas células satélites. HE. Objetiva de 100x (851x).

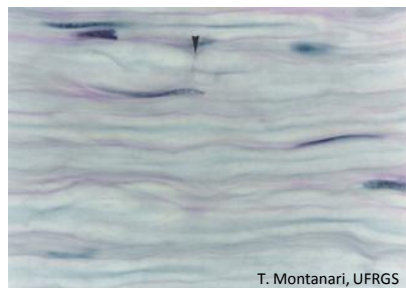
Na **submucosa** do intestino, há o **plexo nervoso submucoso** (ou **de Meissner**), e, entre as duas subcamadas musculares, há o **plexo nervoso mioentérico** (ou **de Auerbach**).

Esses plexos nervosos contêm gânglios do sistema nervoso autônomo, cujos **neurônios** são **multipolares** e **motores**.

Ao redor dos neurônios, há as **células satélites**.

O plexo nervoso submucoso controla o movimento da muscular da mucosa, a secreção das glândulas e o fluxo sanguíneo.

O plexo nervoso mioentérico coordena o peristaltismo.



T. Montanari, UFRGS

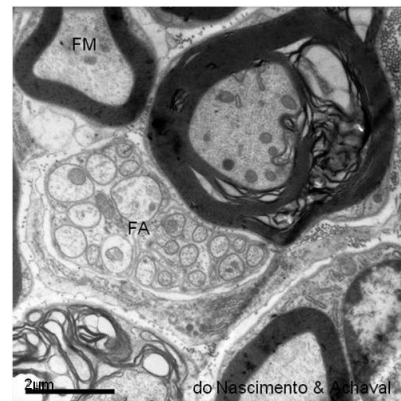
**Figura 4.28** - Fibras nervosas de um nervo em corte longitudinal. É possível observar os axônios envoltos pela bainha de mielina, núcleos de células de Schwann e nódulos de Ranvier (►). HE. Objetiva de 100x (851x).

Axônios de pequeno diâmetro (menores que  $1\mu\text{m}$ ) invaginam-se em recessos da célula de Schwann, e não há formação da bainha de mielina, tendo-se as **fibras nervosas amielínicas**. Neste caso, uma única célula pode envolver mais de um axônio.

Axônios mais calibrosos são circundados pela **bainha de mielina**, uma dobra da célula envoltória em espiral, podendo ter mais de 50 voltas, e as **fibras nervosas** são **mielínicas**.

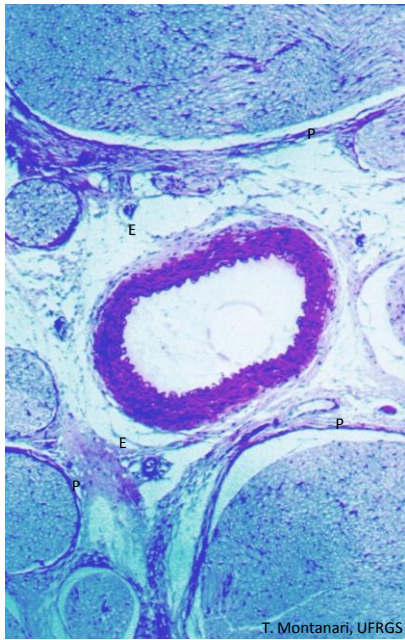
O envolvimento por mielina não é contínuo ao longo do axônio. Ocorre em pequenos segmentos, de 1 a 2mm, os **internódulos**, e, entre estes, há uma área nua, de cerca de  $1\mu\text{m}$ , o **nódulo de Ranvier**, onde há uma alta densidade de canais de  $\text{Na}^+$ . Enquanto, no SNC, os axônios estão expostos nos nódulos de Ranvier, no SNP, eles estão parcialmente revestidos por projeções de citoplasma das células de Schwann adjacentes.

O aprisionamento de certa quantidade do citoplasma das células de Schwann pela mielina forma as **incisuras de Schmidt-Lanterman**. Ao microscópio de luz, aparecem como fendas oblíquas de formato cônico na bainha de mielina de cada internódulo.



do Nascimento & Achaval

**Figura 4.29** - Eletromicrografia de fibras nervosas de um rato com diabetes induzido experimentalmente. Notam-se fibras amielínicas (FA), fibras mielínicas (FM) e fibras mielínicas alteradas. Cortesia de Patrícia do Nascimento e Matilde Achaval Elena, UFRGS.



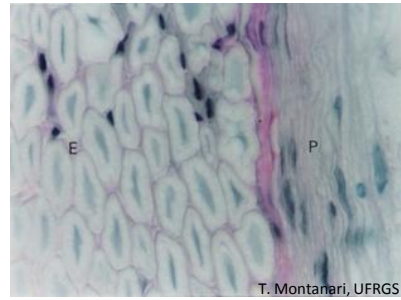
**Figura 4.30** - Corte transversal de um nervo, onde são indicados o perineuro (P), ao redor de fascículos nervosos, e o epineuro (E), formando o envoltório mais externo. No centro, no epineuro, há a artéria muscular principal. Objetiva de 3,2x.

O agrupamento das fibras nervosas em feixes no sistema nervoso periférico é denominado **nervo**.

O **epineuro** reveste o nervo e preenche os espaços entre os feixes de fibras nervosas; é de **tecido conjuntivo frouxo**, podendo incluir células adiposas e a artéria muscular principal, que irriga o tronco nervoso, e **tecido conjuntivo denso não modelado**, cujas fibras colágenas suportam o estiramento do feixe nervoso.

O **perineuro** contorna cada fascículo (feixe) de fibras nervosas; é formado por várias camadas concêntricas de **fibroblastos modificados**, com **fibrilas colágenas e elásticas** esparsas. As células ligam-se por junções de oclusão, o que protege os axônios de agentes nocivos e de mudanças bruscas na composição iônica.

O **endoneuro** envolve cada fibra nervosa e consiste em **fibras reticulares**, sintetizadas pelas células de Schwann, **fibrilas colágenas, glicosaminoglicanos e fibroblastos** esparsos. Podem ser encontrados ainda **macrófagos e mastócitos**.



**Figura 4.31** - Corte transversal de um nervo mostrando o endoneuro (E) e o perineuro (P). HE. Objetiva de 100x (851x).

# **Tecido Muscular**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiana Montanari  
**Departamento de Ciências Morfológicas – ICBS – UFRGS**

## **CARACTERÍSTICAS**

**MÚSCULO ESTRIADO ESQUELÉTICO**

**MÚSCULO ESTRIADO CARDÍACO**

**MÚSCULO LISO**

**EPIMÍSIO, PERIMÍSIO E ENDOMÍSIO**

## CARACTERÍSTICAS

As **células musculares** são alongadas e, por isso, são também chamadas fibras musculares.

Elas são ricas em filamentos contráteis, os filamentos de actina e de miosina.

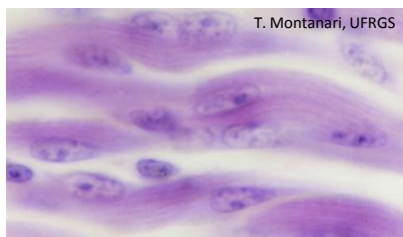
Contêm ainda filamentos intermediários de desmina, também presentes em outras células capazes de contração, como as células mioepiteliais e os miofibroblastos.

A **matriz extracelular** consiste na lâmina basal (ou externa) e nas fibras reticulares.

As células musculares lisas secretam colágeno, elastina, proteoglicanas e fatores de crescimento, sendo que alguns desses elementos ajudam na adesão entre as células.

A contração do tecido muscular promove o movimento de estruturas ligadas a ele, como os ossos, e, conseqüentemente, do corpo. Permite ainda o movimento, pelo organismo, de substâncias e líquidos, como o alimento, o sangue e a linfa.

## MÚSCULO ESTRIADO ESQUELÉTICO



**Figura 5.1** - Fusão dos mioblastos para formar o músculo estriado esquelético. HE. Objetiva de 100x (1.373x).



**Figura 5.2** - Corte longitudinal do músculo estriado esquelético. Notar os núcleos periféricos e as estriações transversais que correspondem às bandas I (claras) e A (escuras). HE. Objetiva de 40x (550x).

As células do **músculo estriado esquelético** são originadas da fusão dos **mioblastos**.

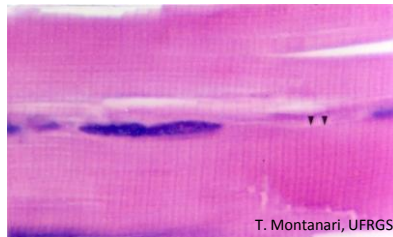
Elas são cilíndricas (10 a 100µm de diâmetro e até 30cm de comprimento) e multinucleadas, e os núcleos são periféricos.

São ricas nos filamentos de actina e de miosina, responsáveis pela sua contração.

A **actina** e algumas proteínas associadas compõem filamentos de cerca de 7nm de diâmetro, os **filamentos finos**, enquanto a **miosina II** forma filamentos com 15nm de diâmetro, os **filamentos espessos**.

Os filamentos contráteis são envolvidos por invaginações da membrana plasmática, pelas cisternas do retículo endoplasmático (ou sarcoplasmático) e pelas mitocôndrias, resultando nas **miofibrilas**, dispostas longitudinalmente nas células.

Os filamentos finos e espessos dispõem-se de tal maneira que bandas claras (**bandas I**) e escuras (**bandas A**) alternam-se ao longo da fibra muscular.



**Figura 5.3** - Sarcômeros delimitados pelas linhas Z (►) no músculo estriado esquelético. As bandas I são claras e laterais, e as bandas A, escuras e centrais. HE. Objetiva de 100x (1.373x).

As bandas claras contêm somente filamentos finos e, como são isotrópicas ao microscópio de polarização, foram denominadas **bandas I**.

As bandas escuras possuem filamentos finos e espessos e, por serem anisotrópicas ao microscópio de polarização, foram chamadas **bandas A**.

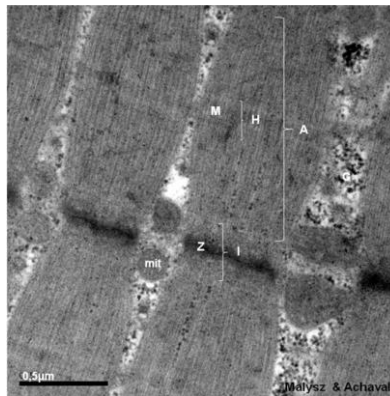
Ao microscópio de polarização, as bandas I, que não alteram o plano da luz polarizada, ficam escuras, e as bandas A, devido ao arranjo paralelo de subunidades assimétricas, são birrefringentes, ou seja, alteram a luz polarizada em dois planos, aparecendo claras e brilhantes.

No centro da banda I, há uma linha escura, a **linha Z** (de *Zwischenscheibe*, linha intermediária em alemão), com as proteínas  $\alpha$ -actinina e CapZ, as quais ancoram e evitam a despolimerização dos filamentos de actina na sua extremidade positiva.

A ancoragem dos filamentos de miosina à linha Z é realizada pela titina, uma proteína com característica elástica.

Ainda na linha Z, há os filamentos intermediários de desmina e de vimentina, ligando as miofibrilas adjacentes.

As linhas Z delimitam a unidade repetitiva das miofibrilas, o **sarcômero**, que apresenta a metade de duas bandas I e uma banda A central e mede 2,5 $\mu$ m de comprimento no músculo em repouso.

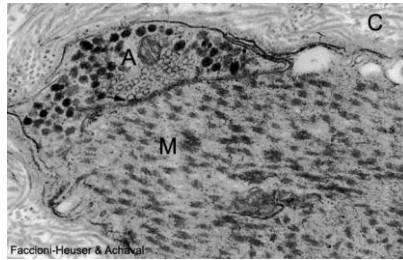


**Figura 5.4** - Eletromicrografia do músculo estriado esquelético, onde são indicadas as bandas A, I e H e as linhas M e Z. Ainda são assinaladas as mitocôndrias (mit) e o glicogênio (G). Cortesia de Tais Malysz e Matilde Achaval Elena, UFRGS.

Ao microscópio eletrônico, reconhece-se, no centro da banda A, uma região mais clara, a **banda H** (do alemão *hell*, claro), onde somente **filamentos de miosina** são encontrados.

No centro dessa banda, há uma faixa escura, a **linha M** (do alemão *Mitte*, meio). Nela há miomesina, proteína C e outras proteínas que interligam os filamentos de miosina, mantendo seu arranjo em forma de grade. Há ainda a creatina quinase, uma enzima que catalisa a transferência de um grupo fosfato da fosfocreatina para o ADP, resultando no ATP utilizado nas contrações musculares.

Na contração muscular, há o encurtamento dos sarcômeros e assim de toda a fibra, devido à maior sobreposição dos filamentos de actina aos de miosina. As bandas I e H tornam-se mais estreitas, enquanto a banda A não altera a sua extensão.

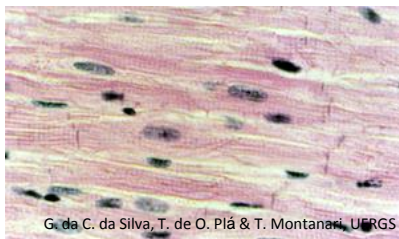


**Figura 5.5** - Imagem ao microscópio eletrônico da junção neuromuscular: as vesículas do axônio (A) fusionam-se na fenda sináptica ( → ), liberando neurotransmissores para modular a contração da célula muscular (M). C – fibrilas colágenas. 32.000x. Cortesia de Maria Cristina Faccioni-Heuser e Matilde Elena Achaval, UFRGS.

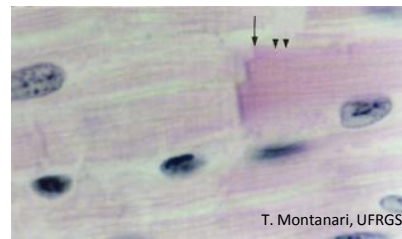
A contração das fibras musculares esqueléticas é estimulada por terminações das fibras nervosas motoras. Próximo à superfície da célula muscular, o axônio perde a bainha de mielina e dilata-se, formando a **junção neuromuscular** (ou **placa motora**).

O impulso nervoso é transmitido com a liberação de acetilcolina do terminal axônico. Essa substância difunde-se através da fenda sináptica e prende-se a receptores na membrana da célula muscular, tornando-a permeável ao  $\text{Na}^+$ , o que resulta na despolarização da membrana.

## MÚSCULO ESTRIADO CARDÍACO



**Figura 5.6** - Corte longitudinal do músculo estriado cardíaco. HE. Objetiva de 40x (550x).



**Figura 5.7** - Sarcômeros delimitados pelas linhas Z ( ▴ ) no músculo estriado cardíaco. Na junção entre as células, observa-se o disco intercalar ( → ). HE. Objetiva de 100x (1.373x).

O **músculo estriado cardíaco** é formado por células cilíndricas (10 a 20 $\mu\text{m}$  de diâmetro e 80 a 100 $\mu\text{m}$  de comprimento), ramificadas, com um ou dois núcleos em posição central ou próxima.

Ao microscópio de luz, além das estriações devido ao arranjo dos filamentos contráteis, esse músculo exhibe os **discos intercalares**, linhas retas ou em escada, posicionadas na linha Z.

Os discos intercalares correspondem a complexos juncionais, sendo constituídos por **interdigitações**, **junções de adesão** e **desmossomos**, que impedem a separação das células com o batimento cardíaco, e **junções comunicantes**, que, ao permitir a passagem de íons de uma célula à outra, promovem a rápida propagação da despolarização da membrana e a sincronização da contração das células.

## MÚSCULO LISO

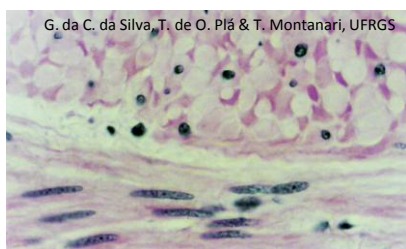


Figura 5.8 - Cortes transversal e longitudinal do músculo liso. HE. Objetiva de 40x (550x).

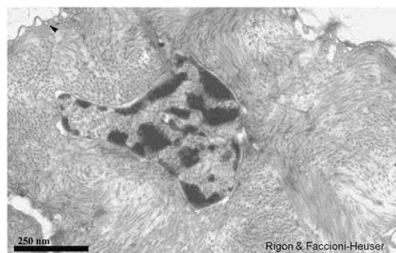


Figura 5.9 - Microscopia eletrônica de célula muscular lisa com filamentos contráteis dispostos em diferentes planos. Cavéolas são apontadas. Cortesia de Fabiana Rigon e Maria Cristina Faccioni-Heuser, UFRGS.

As células do **músculo liso** são fusiformes, com 3 a 10 $\mu$ m de diâmetro e comprimento variado (20 $\mu$ m nos pequenos vasos sanguíneos, 200 $\mu$ m no intestino e 500 $\mu$ m no útero gravídico).

O núcleo é central, alongado ou, quando as células estão contraídas, pregueado, em formato de saca-rolhas.

Vesículas endocíticas, as **cavéolas**, podem estar relacionadas com a intensa pinocitose para a entrada de íons  $Ca^{2+}$ .

A disposição dos feixes de filamentos contráteis em diferentes planos faz com que as células não apresentem estriações.

Como os filamentos contráteis estão inter cruzados nas células, o seu deslizamento faz com que elas se encurtem e se tornem globulares, reduzindo o diâmetro da luz do órgão.

Os filamentos de actina, de miosina, de desmina e, no caso das células musculares de vasos, de vimentina cruzam a célula e inserem-se em pontos de ancoragem na membrana celular ou mesmo no citoplasma, designados **corpos densos**. Eles contêm  $\alpha$ -actinina, responsável pela ligação dos filamentos de actina, e outras proteínas associadas ao disco Z.

A tensão produzida pela contração é transmitida através dos corpos densos para a lâmina basal, permitindo que as células musculares lisas atuem como uma unidade.

auladehisto - Tatiana Montanari

142

## EPIMÍISIO, PERIMÍISIO E ENDOMÍISIO

O músculo estriado esquelético é envolvido pelo **epimísio**, de tecido conjuntivo denso não modelado.

Este envia septos de tecido conjuntivo frouxo, o **perimísio**, dividindo-o em feixes (ou fascículos) de fibras musculares e levando vasos sanguíneos e linfáticos e nervos.

Cada célula muscular é envolvida pela lâmina basal, por fibras reticulares e uma pequena quantidade de tecido conjuntivo frouxo, que formam o **endomísio**. Ele ancora as fibras musculares entre si e contém capilares sanguíneos e axônios.

Os componentes do tecido conjuntivo mantêm as células musculares unidas, permitindo que a força de contração gerada individualmente atue sobre todo o músculo e seja transmitida a outras estruturas, como tendões, ligamentos e ossos.

Devido à presença de vasos sanguíneos e nervos, o tecido conjuntivo leva nutrição e inervação ao músculo. A rica vascularização está relacionada com a alta demanda de oxigênio e energia para a contração.

O músculo estriado cardíaco e o músculo liso apresentam bainhas de tecido conjuntivo, com vasos sanguíneos e nervos, sem a definição de um epimísio e de um perimísio. Entretanto eles possuem **endomísio**, sendo constituído, no músculo cardíaco, pela lâmina basal e por tecido conjuntivo frouxo ricamente vascularizado e, no músculo liso, pela lâmina basal e pelas fibras reticulares.

auladehisto - Tatiana Montanari

143



# **Sistema Circulatório**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiana Montanari  
**Departamento de Ciências Morfológicas – ICBS – UFRGS**

**SISTEMA VASCULAR SANGUÍNEO**

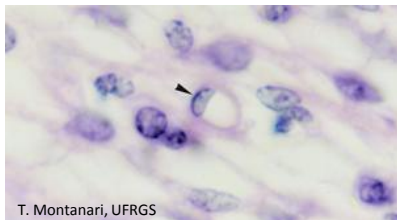
**SISTEMA VASCULAR LINFÁTICO**

## SISTEMA VASCULAR SANGUÍNEO

Esse sistema transporta o sangue pelos tecidos, levando oxigênio, nutrientes, hormônios, fatores de coagulação, células de defesa e calor. Recolhe o gás carbônico e os catabólitos produzidos pelas células para os locais onde serão eliminados. Assim, contribui para a homeostase e o funcionamento do organismo.

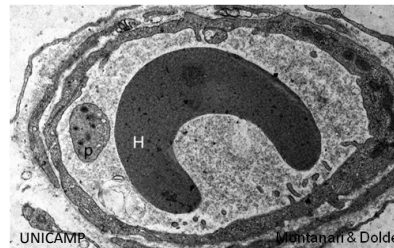
Os constituintes são:

- **coração**, órgão responsável pela propulsão do sangue;
- **artérias**, vasos eferentes, isto é, que levam o sangue do coração para os órgãos e os tecidos, conduzindo O<sub>2</sub> e nutrientes na circulação sistêmica, mas sangue desoxigenado na circulação pulmonar;
- **capilares**, túbulos delgados em cujas paredes ocorre o intercâmbio metabólico entre o sangue e os tecidos, e
- **veias**, vasos aferentes, que levam o sangue de volta ao coração, trazendo CO<sub>2</sub> e dejetos dos tecidos na circulação sistêmica e sangue oxigenado na circulação pulmonar.



T. Montanari, UFRGS

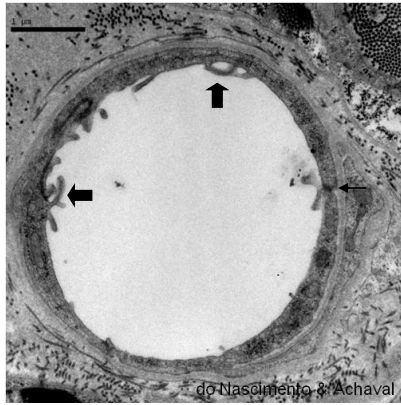
**Figura 6.1** - Capilar (►). HE. Objetiva de 100x (1.373x).



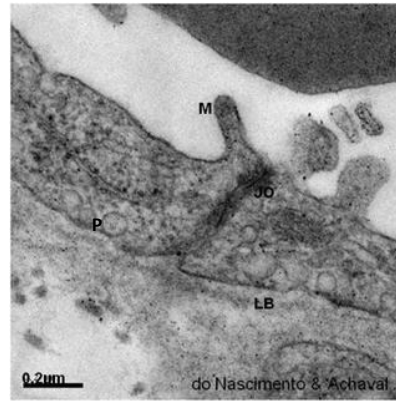
**Figura 6.2** - Eletromicrografia do corte transversal de um capilar com hemácia (H) e plaqueta (p) na sua luz. 8.171x.

Os **capilares** consistem em uma camada de células endoteliais, o **endotélio (epitélio simples pavimentoso)**, em forma de tubo, com pequeno calibre: uma a três células em corte transversal.

Ao redor das células endoteliais, compartilhando a mesma lâmina basal, há os **pericitos**, de origem mesenquimatosa como as células endoteliais.

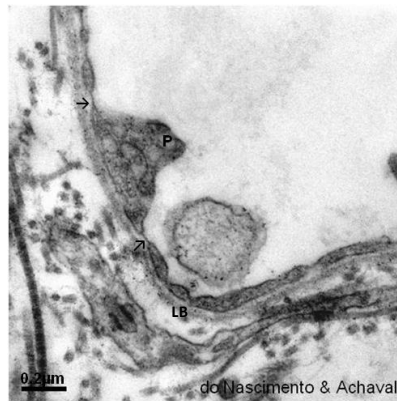


**Figura 6.3** - Eletromicrografia de capilar contínuo no tecido nervoso, onde são indicadas junções de oclusão (←) e projeções de macropinocitose (▬). Cortesia de Patrícia do Nascimento e Matilde Achaval Elena, UFRGS.



**Figura 6.4** - Segmento do capilar contínuo, mostrando junções de oclusão (JO), projeção de macropinocitose (M), vesículas de pinocitose (P) e lâmina basal (LB). Cortesia de Patrícia do Nascimento e Matilde Achaval Elena, UFRGS.

Nos **capilares contínuos**, o espaço intercelular é vedado pelas junções de oclusão, e a entrada de substâncias ocorre principalmente por pinocitose. Esses capilares localizam-se nos tecidos conjuntivo, muscular e nervoso. Neste último, estabelecem a **barreira hematoencefálica** ao evitar a passagem de macromoléculas.



**Figura 6.5** - Eletromicrografia da parede de capilar fenestrado, onde são visíveis poros (→), vesículas de pinocitose (P) e lâmina basal (LB). Cortesia de Patrícia do Nascimento e Matilde Achaval Elena, UFRGS.

Nos **capilares fenestrados**, as células endoteliais estão unidas por junções de oclusão, mas, além das vesículas de pinocitose, apresentam **poros** (ou **fenestras**), geralmente recobertos por um diafragma mais delgado que a membrana plasmática, facilitando a difusão de metabólitos.

Esse tipo de capilar é encontrado em órgãos onde há intensa troca de substâncias entre as células e o sangue, como nas glândulas endócrinas, nos rins, nos intestinos e em determinadas regiões do sistema nervoso (glândula pineal, hipófise posterior, partes do hipotálamo e plexo coroide).



**Figura 6.6** - Capilares sinusoides no fígado de um coelho injetado com nanquim. Os macrófagos são identificados por terem fagocitado partículas de nanquim ( ►). HE. Objetiva de 40x (550x).

Os **capilares sinusoides** têm trajeto sinuoso e calibre aumentado, sendo o diâmetro interno de 30 a 40 $\mu$ m (nos outros capilares, era de 8 a 10 $\mu$ m). Além de poros sem diafragma, há amplos espaços entre as células endoteliais, e a lâmina basal é descontínua.

O trajeto tortuoso reduz a velocidade da circulação sanguínea, e as demais características desse capilar possibilitam um intenso intercâmbio de substâncias entre o sangue e os tecidos e a entrada ou a saída de células sanguíneas.

Há **macrófagos** em torno da parede.

Esses capilares estão presentes no fígado e em órgãos hematopoéticos, como na medula óssea e no baço.

Os vasos sanguíneos são formados pelas túnicas íntima, média e adventícia, que, de forma generalizada, podem ser assim descritas:

- **túnica íntima**, constituída pelo **endotélio**, pela **camada subendotelial**, de tecido conjuntivo frouxo com células musculares ocasionais, e pela **lâmina elástica interna**, de material elástico;
- **túnica média**, que possui **tecido elástico** ou **tecido muscular liso**; o tecido elástico é composto por várias lâminas elásticas, produzidas por células musculares lisas, essas lâminas são fenestradas, permitindo a difusão dos nutrientes; as células musculares lisas, organizadas em espiral, aparecem dispostas circularmente no corte do vaso; há ainda, secretadas pelas células musculares, fibras colágenas, reticulares e elásticas, proteoglicanas e glicoproteínas; pode haver a presença da **lâmina elástica externa**, de material elástico;
- **túnica adventícia**, composta por **tecido conjuntivo denso não modelado** e **tecido conjuntivo frouxo**, o qual se continua com o conjuntivo frouxo do órgão onde o vaso está inserido; possui fibras colágenas e elásticas e proteoglicanas sintetizadas pelos fibroblastos; pode conter feixes musculares dispostos longitudinalmente; há a presença de nervos, capilares linfáticos e pequenos vasos sanguíneos, denominados **vasa vasorum**, isto é, vasos dos vasos, que desempenham função nutridora.

Conforme o calibre dos vasos ou se são do ramo arterial ou venoso, alguns constituintes das camadas podem estar ausentes ou variar na sua espessura e composição.

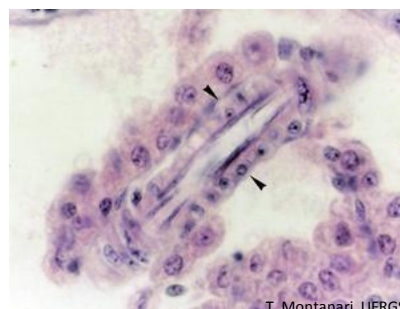
**Quadro 6.1** - Constituintes dos ramos arteriais e venosos:

	Túnica Íntima			Túnica Média		Túnica Adventícia
	endotélio	camada subendotelial	lâmina elástica interna		lâmina elástica externa	
<b>Arteriola</b> (30 a 400µm)	presente	ausente	ausente ou presente	1 a 3 camadas de células musculares	ausente	insignificante
<b>Artéria de médio calibre (ou muscular)</b> (500µm a 1cm) ex.: artéria femoral	presente	presente	presente	3 a 40 camadas de células musculares, fibras reticulares e elásticas, proteoglicanas	presente	presente, com <i>vasa vasorum</i>
<b>Artéria de grande calibre (ou elástica)</b> (>1cm) ex.: aorta e seus grandes ramos	presente	presente, rica em fibras elásticas	presente	tecido elástico (40 a 70 lâminas elásticas), células musculares, fibras reticulares e colágenas, proteoglicanas e glicoproteínas	presente	presente, com <i>vasa vasorum</i>
<b>Vênula</b> (10 a 100µm)	presente	ausente	ausente	com pericitos ou com 1 ou 2 camadas de células musculares	ausente	presente
<b>Veia de médio calibre</b> (1 a 10mm) ex.: veia safena	presente	presente	ausente	células musculares, fibras colágenas e elásticas	ausente	espessa, com <i>vasa vasorum</i>
<b>Veia de grande calibre</b> (1 a 4cm) ex.: veias cavas superior e inferior	presente	presente	presente	pouco desenvolvida, com células musculares, fibras colágenas e elásticas	ausente	espessa, com feixes musculares longitudinais, fibras colágenas, fibras elásticas e <i>vasa vasorum</i>



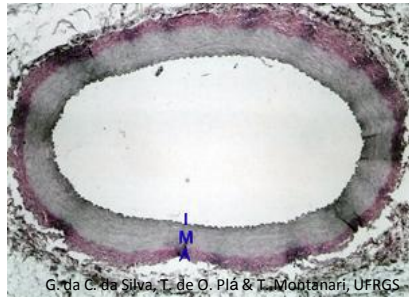
T. Montanari, UFRGS

**Figura 6.7** – Arteriola e vênula. HE. Objetiva de 40x (550x).



T. Montanari, UFRGS

**Figura 6.8** - Corte longitudinal de arteriola, cujas células endoteliais estão dispostas longitudinalmente e as células musculares da túnica média (►) estão cortadas transversalmente. HE. Objetiva de 40x (550x).



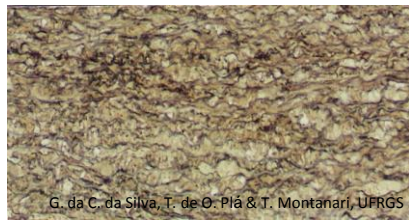
G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS

**Figura 6.9** - Artéria de médio calibre, constituída pelas túnicas íntima (I), média (M) e adventícia (A). HE. Objetiva de 4x (34x).



T. Montanari, UFRGS

**Figura 6.10** - Aumento maior das túnicas da artéria, onde é possível observar as células endoteliais e a lâmina elástica interna da túnica íntima (I), o músculo liso, as fibras elásticas e a lâmina elástica externa (▲) na túnica média (M) e parte da túnica adventícia (A), ainda com material elástico. HE. Objetiva de 40x (340x).



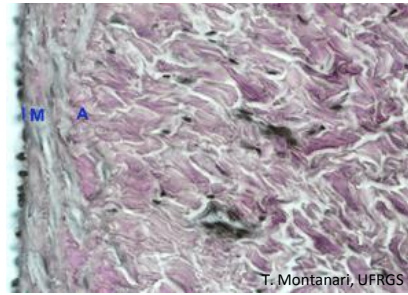
G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS

**Figura 6.11** - Tecido elástico da túnica média da aorta. Orceína. Objetiva de 10x (137x).



G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS

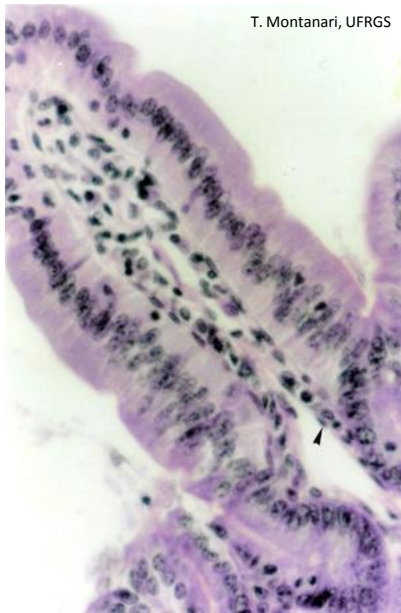
**Figura 6.12** - Veia de médio calibre, composta pelas túnicas íntima (I), média (M) e adventícia (A). HE. Objetiva de 4x (34x).



T. Montanari, UFRGS

**Figura 6.13** - Aumento maior das túnicas da veia: endotélio na túnica íntima (I), músculo liso na túnica média (M) e feixes de colágeno na túnica adventícia (A). HE. Objetiva de 40x (340x).

## SISTEMA VASCULAR LINFÁTICO



T. Montanari, UFRGS

O **sistema vascular linfático** recolhe a **linfa**, o líquido tecidual gerado em nível dos capilares e das vênulas, e a devolve ao sangue nas grandes veias perto do coração; permite a circulação dos linfócitos e de imunoglobulinas, e transporta os lipídios absorvidos no intestino delgado.

O sistema vascular linfático inicia-se no tecido conjuntivo como túbulos de fundo cego, os **capilares linfáticos**. Eles medem 10 a 50µm de largura e são constituídos pelo endotélio, com espaços entre as células e com uma lâmina basal descontínua, o que permite a entrada de líquido e moléculas do fluido intersticial, inclusive proteínas e triglicerídeos, além de células, como os linfócitos.

Os capilares linfáticos anastomosam-se em vasos de maior calibre, os **vasos linfáticos**, semelhantes histologicamente às vênulas e às veias de médio calibre, inclusive com válvulas para evitar o refluxo da linfa. Interpostos no trajeto, há linfonodos, que filtram a linfa e adicionam os linfócitos.

Os vasos linfáticos terminam em dois grandes troncos: o **ducto torácico** e o **ducto linfático principal direito**, que desembocam nas veias próximas ao coração. Assim, a linfa entra na corrente sanguínea. Os ductos linfáticos são estruturalmente semelhantes às veias de grande calibre.

**Figura 6.14** - Capilar linfático (►) no tecido conjuntivo do intestino delgado. HE. Objetiva de 40x (550x).

# Sistema Linfático

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiana Montanari  
Departamento de Ciências Morfológicas – ICBS – UFRGS

**FUNÇÕES**

**TECIDO LINFOIDE**

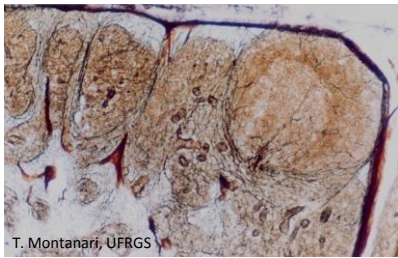
**ÓRGÃOS LINFOIDES**



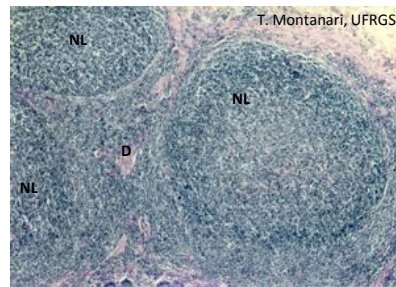
## FUNÇÕES

As células do **sistema linfático** protegem o organismo contra macromoléculas estranhas, vírus, bactérias e outros patógenos e eliminam células alteradas e células do sangue envelhecidas ou danificadas.

## TECIDO LINFOIDE



**Figura 7.1** - Corte de linfonodo, onde as fibras reticulares estão enegrecidas pela impregnação com prata. DRH. Objetiva de 10x.



**Figura 7.2** - Tecido linfoide nodular (nódulos linfáticos – NL) e tecido linfoide difuso (D) no conjuntivo do íleo. HE. Objetiva de 4x (55x).

O sistema linfático é constituído pelo **tecido linfoide** (ou **reticular**), um tipo especial de tecido conjuntivo rico em **células reticulares** e em **células de defesa**, como linfócitos, plasmócitos e macrófagos.

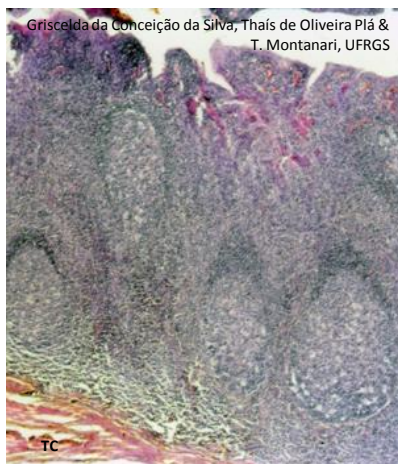
As células reticulares formam um arcabouço de sustentação para as células de defesa, através da união dos seus prolongamentos e da produção das **fibras reticulares**.

O tecido linfoide está presente em locais sujeitos à invasão de substâncias patogênicas e de micro-organismos, como no tecido conjuntivo das vias respiratórias, do tubo digestório e do trato urogenital (**tecido linfoide associado a mucosas**).

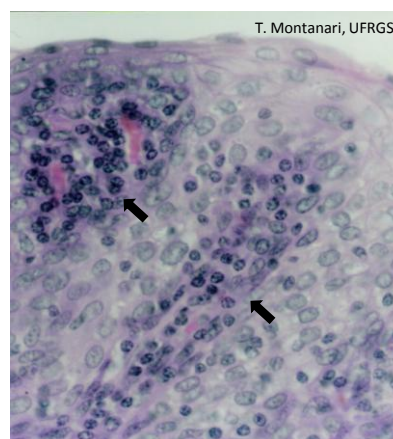
É o principal constituinte dos **órgãos linfoides**, os quais estão envolvidos na produção dos linfócitos e na resposta imunológica.

O **tecido linfoide** pode ser **difuso** ou **nodular**. Este último corresponde aos **nódulos linfáticos**. O seu interior pode ser menos corado por causa dos linfócitos B ativados, em proliferação, que exibem mais citoplasma e núcleo claro. Essa região é o **centro germinativo**.

## ÓRGÃOS LINFOIDES



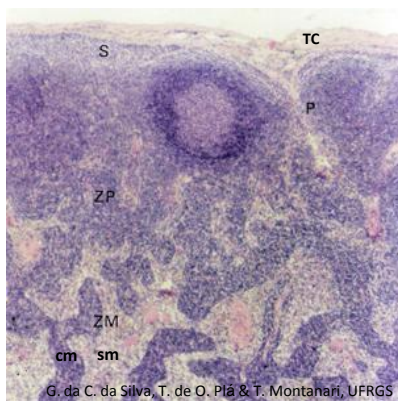
**Figura 7.3** - Tonsila palatina, onde podem ser observados: as criptas de epitélio estratificado pavimentoso, o tecido linfoide subjacente com nódulos linfáticos e a cápsula de tecido conjuntivo (TC). HE. Objetiva de 4x (55x).



**Figura 7.4** - Epitélio estratificado pavimentoso da tonsila palatina infiltrado por linfócitos (←). HE. Objetiva de 40x (550x).

As **tonsilas** são aglomerados de **tecido linfoide nodular** sob o epitélio da cavidade oral e da faringe, parcialmente encapsulados, que protegem o organismo contra a entrada de antígenos junto com o ar ou com os alimentos.

Entre a cavidade oral e a faringe, há um par de **tonsilas palatinas**. O **epitélio estratificado pavimentoso** invagina-se, resultando nas criptas. A infiltração linfocitária pode dificultar o reconhecimento do epitélio. Subjacente ao **tecido linfoide nodular**, há a cápsula de **tecido conjuntivo denso não modelado**.



**Figura 7.5** - Corte de linfonodo recoberto pela cápsula de tecido conjuntivo denso não modelado (TC), que emite trabéculas para o interior. Na zona cortical superficial, há o seio subcapsular (S), os seios peritrabeculares (P) e os nódulos linfáticos. Subjacente há a zona paracortical (ZP), sem nódulos linfáticos, e a zona medular (ZM), onde são vistos os cordões medulares (cm) e os seios medulares (sm). HE. Objetiva de 4x (55x).

Os **linfonodos** estão interpostos no trajeto dos vasos linfáticos.

São órgãos ovoides, com uma reentrância, o hilo. A linfa entra pelo lado convexo e sai pelo hilo, no lado côncavo.

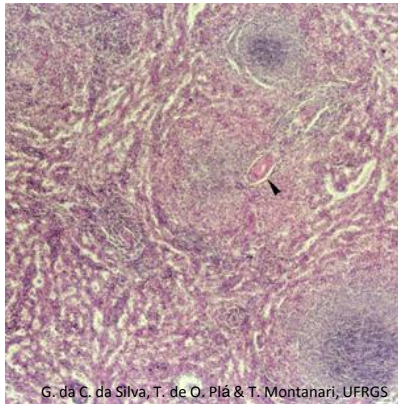
O linfonodo é envolvido por uma cápsula de **tecido conjuntivo denso não modelado**.

A **zona cortical** contém tecido linfoide nodular (**nódulos linfáticos**) e, entre eles, tecido linfoide difuso. Subjacente à cápsula e ao redor das trabéculas, há o seio subcapsular e os seios peritrabeculares, por onde circula a linfa.

A **zona paracortical** é constituída por tecido linfoide difuso; possui as **vênulas de endotélio alto** (vênulas pós-capilares com epitélio simples cúbico), onde ocorre a **recirculação dos linfócitos**.

Na **zona medular**, há os **cordões medulares**, de tecido linfoide difuso, e os **seios medulares**, por onde corre a linfa.

A linfa circula lentamente pelo órgão, e os macrófagos fagocitam macromoléculas, células estranhas e microorganismos, e os linfócitos realizam a resposta imunológica a antígenos nela presentes.



G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS

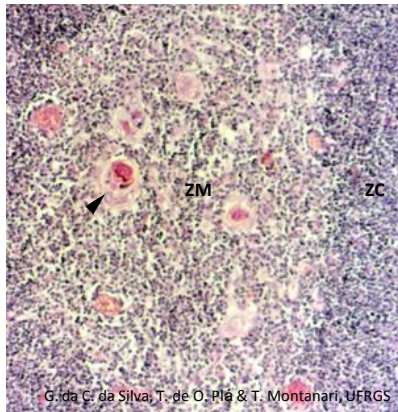
**Figura 7.6** - Corte de baço, onde podem ser observadas a polpa branca, que consiste em nódulos linfáticos, e a polpa vermelha, onde o tecido linfoide forma os cordões esplênicos. Entre estes, há os capilares sinusoides. No nódulo linfático, a arteríola central é apontada. HE. Objetiva de 4x (55x).

O **baço** possui uma superfície convexa e outra côncava, o hilo. É revestido pelo mesotélio da serosa, contínuo ao peritônio, e por uma cápsula de **tecido conjuntivo denso não modelado**, a qual emite trabéculas, principalmente no hilo, por onde entram a artéria esplênica e os nervos e saem a veia esplênica e os vasos linfáticos.

O parênquima do baço (**polpa esplênica**) divide-se em: **polpa branca**, que corresponde aos **nódulos linfáticos**, e em **polpa vermelha**, com os **cordões esplênicos** (ou de Billroth), estruturas alongadas de tecido linfoide, e os **seios esplênicos**, que são **capilares sinusoides**.

A presença da **arteríola central** no nódulo linfático permite o diagnóstico histológico do baço.

As células de defesa removem os antígenos presentes no sangue e produzem anticorpos a estas substâncias. Os macrófagos fagocitam também células sanguíneas alteradas ou velhas, especialmente as hemácias (**hemocaterese**) e as plaquetas.



G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS

**Figura 7.7** - Zona cortical (ZC) e zona medular (ZM) de um lóbulo do timo. Notar a concentração de linfócitos T no córtex e a presença dos corpúsculos de Hassall (►) na medula. HE. Objetiva de 10x (137x).

O **timo** é envolvido por uma **cápsula de tecido conjuntivo denso não modelado**, da qual partem trabéculas para o interior, dividindo-o parcialmente em lóbulos.

A cápsula e as trabéculas contêm vasos sanguíneos, vasos linfáticos (eferentes) e nervos.

Cada lóbulo tem uma parte periférica, a **zona cortical**, e uma parte central, mais clara e eosinófila, a **zona medular**.

No córtex, há uma grande quantidade de linfócitos T em proliferação e maturação. Há ainda macrófagos, células dendríticas apresentadoras de antígenos e células reticulares epiteliais.

Na medula, há linfócitos T imunocompetentes, macrófagos, células dendríticas apresentadoras de antígenos e abundância de células reticulares epiteliais, inclusive com a organização dos **corpúsculos tímicos** (ou de Hassall).

As **células reticulares epiteliais** possuem uma origem embriológica diferente daquela das células reticulares e não sintetizam fibras reticulares. Há seis tipos de células reticulares epiteliais: três delas no córtex e três na medula.

São células achatadas ou estreladas, com muitos prolongamentos, citoplasma eosinófilo e núcleo ovoide, eucromático, com nucléolo proeminente. Elas possuem filamentos de citoqueratina e lâmina basal. Alguns tipos celulares ligam-se por junções de oclusão, evitando a passagem de macromoléculas, enquanto outras células se unem por desmossomos nos prolongamentos, fazendo um arcabouço de sustentação que acomoda os linfócitos T em desenvolvimento.

Na medula, há uma população de células reticulares epiteliais que constituem os **corpúsculos tímicos** (ou **de Hassall**). Eles podem ser formados por uma única célula ou por várias células arranjadas concentricamente e unidas por desmossomos. As células apresentam vacúolos e grânulos basófilos de querato-hialina, e, no centro do corpúsculo, há células degeneradas e uma massa queratinizada, até mesmo calcificada, bastante eosinófila.

As células reticulares epiteliais secretam substâncias que regulam a proliferação, a diferenciação e a maturação dos linfócitos T.

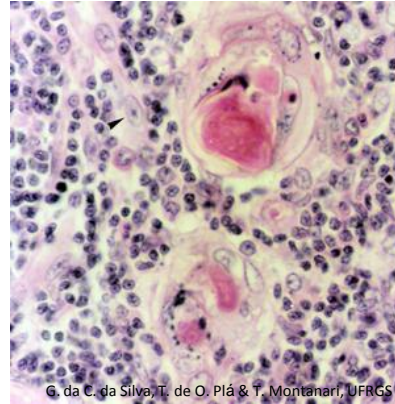


Figura 7.8 - Zona medular do timo, onde há, além dos linfócitos T, células reticulares epiteliais do tipo V (►) e corpúsculos de Hassall, formados pelas células reticulares epiteliais do tipo VI. HE. Objetiva de 40x (550x).

# Sistema Digestório

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiana Montanari  
Departamento de Ciências Morfológicas – ICBS – UFRGS

**FUNÇÕES**

**CAVIDADE ORAL**

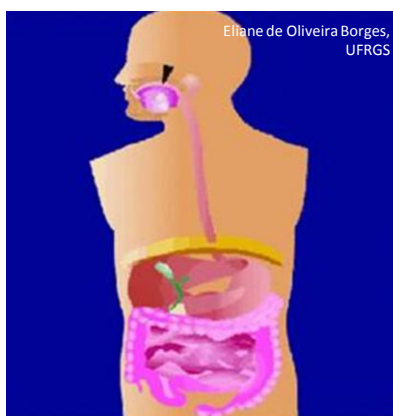
**TUBO DIGESTÓRIO**

**ANEXOS DO TUBO DIGESTÓRIO**

## FUNÇÕES

O **sistema digestório** degrada o alimento em moléculas pequenas, absorvíveis pelas células, que são usadas no desenvolvimento e na manutenção do organismo e nas suas necessidades energéticas.

## CAVIDADE ORAL



**Figura 8.1** - Ilustração do sistema digestório, onde a cavidade oral é apontada. Fonte: Montanari, T.; Borges, E. O. *Museu virtual do corpo humano*. Porto Alegre: UFRGS, 2010. Disponível em <http://www.ufrgs.br/museuvirtual>

O **sistema digestório** é constituído por: **cavidade oral**, **faringe**, **tubo digestório** (**esôfago**, **estômago**, **intestino delgado**, **intestino grosso** e **canal anal**) e seus **anexos** (**pâncreas**, **figado** e **vesícula biliar**).

O início da degradação do alimento ocorre na **cavidade oral**, onde os **dentes** o trituram, transformando-o em pedaços menores; a **saliva** o umedece, lubrifica e inicia a digestão, e a **língua** mistura os fragmentos com a saliva, formando o bolo alimentar, e promove a sua deglutição.

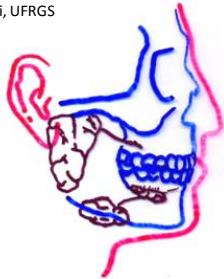
Por causa do atrito do alimento, a cavidade oral é revestida por **epitélio estratificado pavimentoso**. A gengiva, as regiões das bochechas mordidas e o palato duro, submetido ao atrito da língua, são queratinizados.

No tecido conjuntivo subjacente ao epitélio, há **glândulas salivares** que secretam um fluido seroso e mucoso.

O palato duro possui uma placa óssea e é, portanto, uma estrutura rígida capaz de suportar a pressão da língua.

A modificação do tamanho e da forma da cavidade oral ocorre graças ao **músculo estriado esquelético**.

T. Montanari, UFRGS



**Figura 8.2** - Localização das glândulas salivares maiores. Baseado em Snell, R. S. *Histologia clínica*. Rio de Janeiro: Discos CBS, Interamericana, 1985. p. 344.

Há pequenas glândulas salivares espalhadas no tecido conjuntivo da cavidade oral, inclusive na língua, mas elas secretam somente 5% da produção diária.

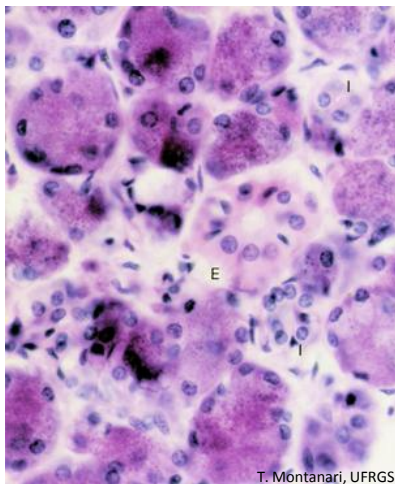
A maior parte da saliva é gerada por três grandes pares de glândulas salivares: as parótidas, as submandibulares e as sublinguais.

As **glândulas parótidas** (20-30g) possuem uma forma achatada e estão situadas abaixo e na frente da orelha, e o ducto de cada glândula desemboca em frente ao segundo molar superior. Elas são responsáveis por 30% da saliva.

As **glândulas submandibulares** (12-15g) são ovoides e estão sob o assoalho da boca, com os ductos abrindo-se ao lado do frênulo da língua. Produzem 60% da saliva.

As **glândulas sublinguais** (2-3g) possuem forma de amêndoa e estão sob o assoalho da boca, anteriormente às submandibulares, e seus ductos (10-12) abrem-se nos ductos destas glândulas ou junto a eles. Secretam cerca de 5% da saliva.

A **saliva** é uma solução aquosa, com enzimas, glicoproteínas, eletrólitos e imunoglobulinas. Seu pH é de 6,4 a 7,4. No ser humano, a sua secreção é de cerca de 1L por dia.



T. Montanari, UFRGS

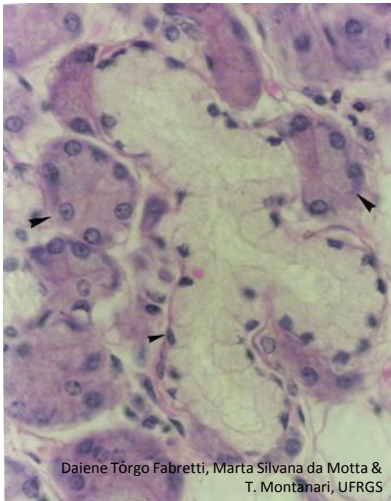
**Figura 8.3** - Corte da parótida (glândula exócrina acinosa composta serosa). Os ácinos serosos exibem citoplasma basófilo, salpicado de grânulos de zimogênio, e núcleos esféricos e basais. Os ductos intercalares (I) têm epitélio simples cúbico, com núcleos próximos uns dos outros, e o ducto estriado (E), epitélio simples colunar, com citoplasma bastante eosinófilo. HE. Objetiva de 40x (550x).

As **glândulas parótidas** produzem uma solução aquosa com enzimas (amilase, lipase e lisozima), lactoferrina e IgA secretora (IgAS).

São constituídas por **células serosas**. Essas células possuem forma piramidal, núcleo esférico e basal e citoplasma basófilo pela abundância de retículo endoplasmático rugoso para a síntese proteica. Elas se arranjam em porções secretoras arredondadas (acinosas), cujo corte transversal é visualizado como **ácinos serosos** e assim as parótidas são classificadas como **glândulas exócrinas acinosas compostas serosas**.

Os **ductos intercalares** são de **epitélio simples pavimentoso** ou **cúbico**. Suas células possuem atividade de anidrase carbônica, e elas adicionam íons  $\text{HCO}_3^-$  ao fluido seroso. Por outro lado, há a absorção de íons  $\text{Cl}^-$ .

Os ductos intercalares continuam como **ductos estriados**, de **epitélio simples colunar**. O citoplasma é eosinófilo, e o núcleo é esférico e central. A porção basal é preenchida com invaginações e mitocôndrias, o que confere um aspecto estriado a essa região. As  $\text{Na}^+\text{-K}^+$  ATPases das invaginações realizam o transporte ativo desses íons, utilizando a energia produzida pelas mitocôndrias. Íons de  $\text{Na}^+$  são removidos da saliva, e é adicionada, em troca, uma quantidade menor de  $\text{K}^+$ , tornando a saliva hipotônica.



Daiene Tórigo Fabretti, Marta Silvana da Motta & T. Montanari, UFRGS

**Figura 8.4** - A submandibular é classificada como glândula exócrina tubuloacinoso composta ramificada seromucosa. As células mucosas (▶) possuem forma piramidal ou cúbica, citoplasma palidamente corado e núcleo achatado, enquanto as células serosas (▶) têm forma piramidal, citoplasma basófilo e núcleo esférico. As células mucosas arranjam-se em túbulos, que se ramificam, e as células serosas formam porções arredondadas, ou seja, acinosas, resultando no ácino seroso ou na meia-lua serosa. HE. Objetiva de 40x (550x).

As **glândulas submandibulares** produzem enzimas e glicoproteínas. As enzimas iniciam a digestão dos carboidratos e dos lipídios, e as glicoproteínas constituem o muco que lubrifica o bolo alimentar.

Essas glândulas possuem **células serosas e mucosas**.

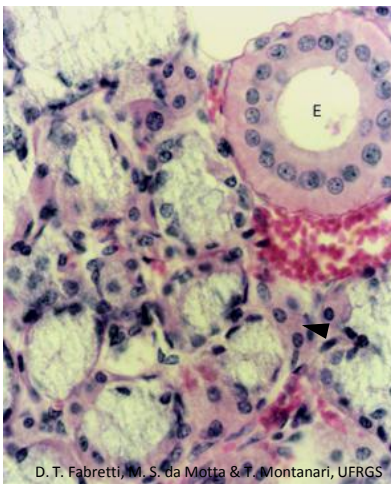
As células mucosas têm forma cúbica ou piramidal, citoplasma palidamente corado, devido às vesículas de glicoproteínas, e núcleo achatado, comprimido contra a periferia pelas vesículas.

As células mucosas formam porções secretoras tubulares (**túbulos mucosos**), que podem se ramificar e geralmente são delimitadas na extremidade por células serosas, resultando em glândulas tubuloacinosas.

Os cortes transversais dessas porções secretoras mostram células mucosas envoltas por uma meia-lua serosa: são os **ácinos mistos**.

Há **ácinos serosos e mistos**, portanto, há um predomínio de células serosas.

As glândulas submandibulares são classificadas como **glândulas exócrinas tubuloacinosas compostas ramificadas seromucosas**.



D. T. Fabretti, M. S. da Motta & T. Montanari, UFRGS

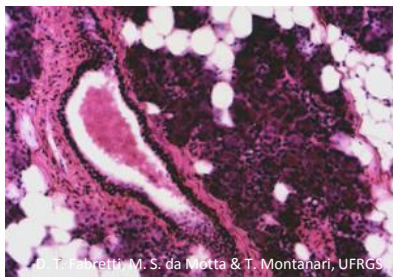
**Figura 8.5** - Corte da sublingual, que é uma glândula exócrina tubuloacinoso composta ramificada seromucosa. Observam-se os ácinos mistos, formados pelas células mucosas e a meia-lua serosa (▶), e o ducto estriado (E), de epitélio simples colunar, com citoplasma eosinófilo, estriações na região basal, por causa das invaginações e das mitocôndrias, e núcleos esféricos e centrais. HE. Objetiva de 40x (550x).

As **glândulas sublinguais** secretam principalmente glicoproteínas.

Possuem **células mucosas e serosas**, mas as células serosas se limitam a fazer parte dos **ácinos mistos**, predominando as células mucosas.

As glândulas são classificadas como **exócrinas tubuloacinosas compostas ramificadas seromucosas**.

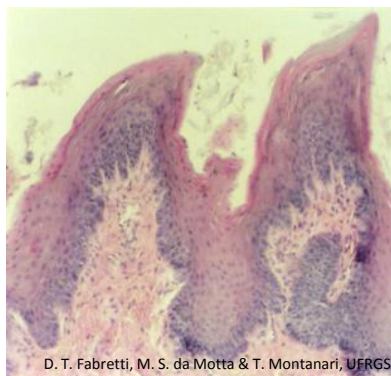




D. T. Fabretti, M. S. da Motta & T. Montanari, UFRGS.

**Figura 8.6** - Corte de parótida, onde é visível o ducto interlobular de epitélio estratificado colunar no septo de tecido conjuntivo. Células adiposas estão entre os ácinos serosos. HE. Objetiva de 10x (137x).

Os ductos estriados confluem nos **ductos interlobulares** (ou **excretorios**), que estão entre os lóbulos, nos septos de tecido conjuntivo. Esses ductos são constituídos por **epitélio estratificado cúbico, colunar** ou, próximo à cavidade oral, **pavimentoso**.



D. T. Fabretti, M. S. da Motta & T. Montanari, UFRGS.

**Figura 8.7** - Papilas filiformes. HE. Objetiva de 10x (137x).

A **língua** participa dos processos de mastigação, gustação, deglutição e fala.

É revestida por **epitélio estratificado pavimentoso**, e a superfície dorsal, a qual está em contato com o palato duro na deglutição, na fala e no repouso, é queratinizada.

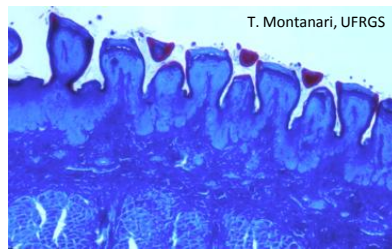
A face superior da língua é irregular, devido às **papilas linguais**, saliências do epitélio e do tecido conjuntivo frouxo subjacente.

As **papilas filiformes** são as mais numerosas e cobrem a superfície anterior da língua.

São pontiagudas, com a extremidade voltada posteriormente.

São queratinizadas e não contêm corpúsculos gustativos.

Possuem um papel mecânico, ajudando a raspar o alimento de uma superfície e aumentando a fricção na mastigação.

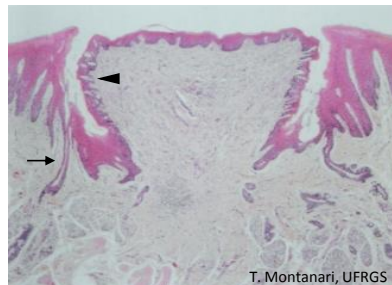


**Figura 8.8** - Papilas fungiformes. Tricrômico de Masson. Objetiva de 3,2x.

As **papilas fungiformes** estão situadas entre as papilas filiformes e são visíveis a olho nu como pontos vermelhos, devido à menor queratinização do epitélio e à rica vascularização do tecido conjuntivo.

Possuem a parte apical mais dilatada que a base, lembrando um cogumelo.

Há corpúsculos gustativos na superfície dorsal. Eles detectam os sabores doce, salgado e azedo.



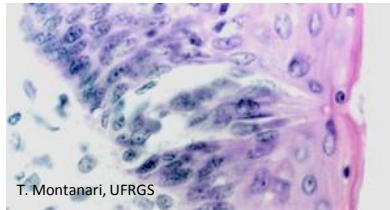
**Figura 8.9** - Papila circunvalada, sendo apontados um botão gustativo (◄) e o ducto (→) da glândula salivar serosa, que desemboca no sulco ao redor da papila. HE. Objetiva de 4x (34x).

No V lingual, há oito a 12 **papilas circunvaladas**.

São papilas grandes, circundadas por um sulco, resultante da invaginação do epitélio.

Na superfície dorsal, a papila pode ser ligeiramente queratinizada e, nas paredes laterais, contém botões gustativos.

No sulco, desembocam os ductos de glândulas salivares linguais serosas, cuja secreção remove os resíduos e permite que os corpúsculos gustativos respondam a novos estímulos. Eles percebem o sabor amargo e o sabor umami.



**Figura 8.10** - Corpúsculo gustativo. HE. Objetiva de 40x (550x).

Os **corpúsculos gustativos** são estruturas ovoides, que ocupam a espessura do epitélio.

As **células neuroepiteliais** e as **células de sustentação** são alongadas, de coloração clara, e as **células basais** são pequenas e arredondadas.

A superfície apical das células neuroepiteliais e das células de sustentação apresenta microvilos e faz face a um pequeno orifício no epitélio, o **poro gustativo**.

As células neuroepiteliais são as células receptoras do paladar. Elas fazem sinapse com as fibras nervosas sensoriais aferentes dos nervos facial, glossofaríngeo ou vago (nervos cranianos VII, IX e X, respectivamente).

As células basais são células-tronco e originam as demais.

## TUBO DIGESTÓRIO

O **tubo digestório** tem quatro **túnicas**:

- **mucosa**: constituída por **epitélio estratificado pavimentoso** ou **simples colunar**; **lâmina própria**, de **tecido conjuntivo frouxo**, e **muscular da mucosa**, de **músculo liso**;
- **submucosa**: de **tecido conjuntivo denso não modelado**;
- **muscular**: de **músculo estriado esquelético** ou de **músculo liso**;
- **serosa** ou **adventícia**: a **serosa** (peritônio visceral) é formada por **tecido conjuntivo frouxo** e **mesotélio** (epitélio simples pavimentoso), e a **adventícia** corresponde ao **tecido conjuntivo frouxo** comum a outro órgão.

O **esôfago** transporta o bolo alimentar da faringe para o estômago.

A sua luz encontra-se geralmente colapsada devido às **pregas longitudinais**, formadas pela mucosa e pela submucosa com a contração da camada muscular circular. Durante a deglutição, o esôfago distende-se, e essas pregas desaparecem.

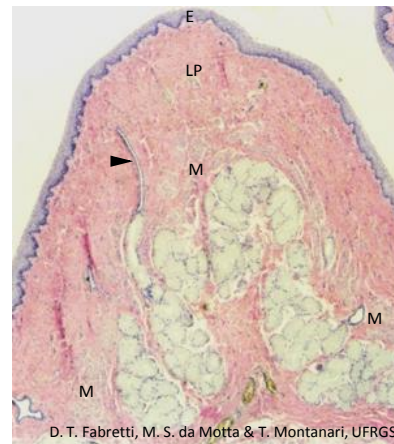
Como há atrito do bolo alimentar na sua superfície, ele é revestido por **epitélio estratificado pavimentoso**.

Para diminuir esse atrito, o epitélio é lubrificado por um muco produzido pelas **glândulas esofágicas** situadas na submucosa. São **glândulas exócrinas tubuloacinosas compostas seromucosas**. A porção serosa é pequena e produz lisozima e pepsinogênio.

Essas glândulas abrem-se na superfície epitelial através de um **ducto** de **epitélio estratificado cúbico** ou **pavimentoso**.

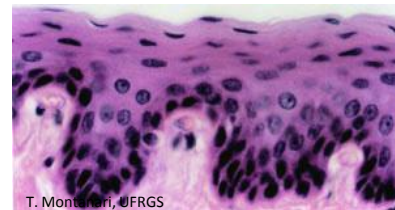
O tipo de músculo da camada muscular varia segundo a localização: na porção superior do esôfago, há **músculo estriado esquelético**; na porção média, uma mistura de **músculo estriado esquelético e músculo liso**, e, na porção inferior, **músculo liso**.

Delimitando o esôfago, há a **adventícia**, cujo tecido conjuntivo é comum à traqueia e às demais estruturas do pescoço e do mediastino, ou a **serosa** quando ele é livre após entrar na cavidade abdominal.



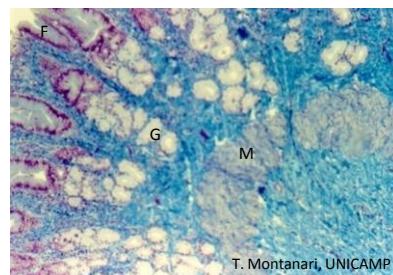
D. T. Fabretti, M. S. da Motta & T. Montanari, UFRGS

**Figura 8.11** - Prega do esôfago. A mucosa é constituída por epitélio estratificado pavimentoso (E), lâmina própria (LP) de tecido conjuntivo frouxo e muscular da mucosa (M) de músculo liso. Na submucosa, há as glândulas esofágicas (ducto apontado). HE. Objetiva de 4x (55x).



T. Montanari, UFRGS

**Figura 8.12** - Epitélio estratificado pavimentoso do esôfago. HE. Objetiva de 40x (550x).



T. Montanari, UNICAMP

**Figura 8.13** - Mucosa do cárdia do estômago (F – fossetas gástricas; G – glândulas cárdicas, e M – muscular da mucosa). Tricrômico de Masson. Objetiva de 10x.

O **estômago** é uma porção dilatada do tubo digestório, onde o bolo alimentar é macerado e parcialmente digerido em uma pasta, o quimo.

A mucosa e a submucosa formam pregas longitudinais, as **rugos**, que se distendem quando o estômago está cheio.

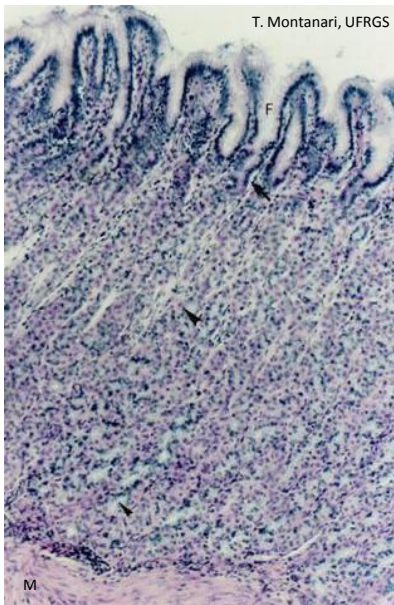
O **epitélio** é **simples colunar**, constituído pelas **células mucosas superficiais**.

O muco liberado protege o epitélio dos efeitos corrosivos do suco gástrico.

O epitélio invagina-se nas **fossetas gástricas**, também com **células mucosas superficiais**, e nas glândulas, cujos tipos celulares variam conforme a região do estômago.

As fossetas são mais rasas na região cárdica e mais profundas na região pilórica.

As **glândulas cárdicas** e **pilóricas** são **tubulares ramificadas mucosas**.



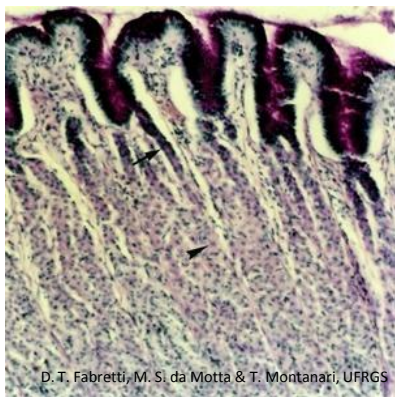
**Figura 8.14** - Mucosa da região do corpo do estômago. O epitélio simples colunar, de células mucosas superficiais, invagina-se formando as fossetas (F), também com essas células, e as glândulas, com as células mucosas do colo ( ➡ ), as células oxínticas ( ▶ ) e as células zimogênicas ( ◀ ). A lâmina própria de tecido conjuntivo frouxo situa-se sob o epitélio de revestimento, entre e sob as glândulas. A muscular da mucosa (M) é espessa. HE. Objetiva de 10x (137x).

O corpo e o fundo são semelhantes histologicamente, e as **glândulas** são denominadas **gástricas** ou **fúndicas**. Elas são **glândulas tubulares ramificadas**.

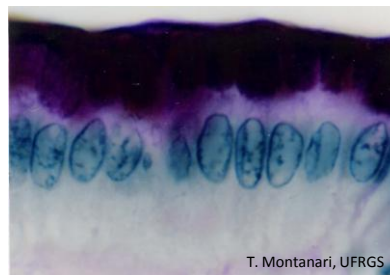
As glândulas apresentam as células-tronco, as células mucosas do colo, as células oxínticas (ou parietais), as células zimogênicas (ou principais) e as células enteroendócrinas.

As **células oxínticas** (ou **parietais**) predominam na metade superior da glândula.

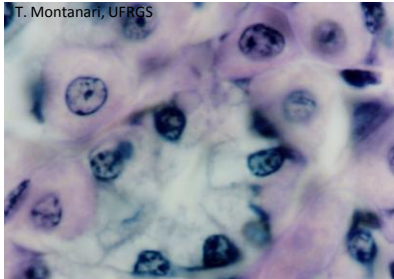
As **células zimogênicas** (ou **principais**) são mais abundantes na metade inferior das glândulas.



**Figura 8.15** - As células mucosas superficiais e as células mucosas do colo ( ➡ ) são identificadas pela coloração magenta das glicoproteínas. O muco secretado é visto sobre a superfície epitelial. As células oxínticas ( ▶ ) também estão coradas por causa da síntese do fator intrínseco. PAS/H. Objetiva de 10x (137x).



**Figura 8.16** - Células mucosas superficiais. PAS/H. Objetiva de 100x (1.373x).



**Figura 8.17** - Células oxínticas e zimogênicas. HE. Objetiva de 100x (1.373x).

As **células oxínticas** (ou **parietais**) são grandes e arredondadas, com núcleo esférico e central.

O citoplasma é eosinófilo devido à abundância de mitocôndrias.

Pode exibir um aspecto vacuolizado, por causa dos canaliculos intracelulares, invaginações profundas da superfície apical com microvilos.

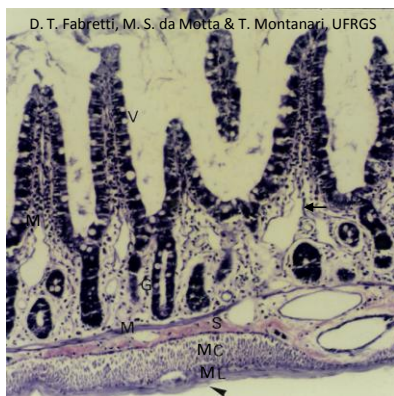
A riqueza em superfície celular e em mitocôndrias está relacionada ao transporte de íons para a produção de ácido clorídrico.

As **células zimogênicas** (ou **principais**) são menores que as células oxínticas.

Possuem uma forma colunar ou cúbica, com citoplasma basófilo, por causa do retículo endoplasmático rugoso bem desenvolvido, ou claro, vacuolizado pela perda dos grânulos de secreção na preparação da lâmina.

O núcleo é esférico e basal.

Produzem pepsinogênio, que, no pH ácido da luz do estômago, é ativada em pepsina. Ela fragmenta as proteínas.



**Figura 8.18** - Jejuno de rato, onde as túnicas são facilmente reconhecidas, bem como os vilos (V) e as glândulas intestinais (ou de Lieberkühn) (G). A mucosa consiste em epitélio simples colunar com microvilos e células calciformes, lâmina própria de tecido conjuntivo frouxo e muscular da mucosa (M). Subjacente há a submucosa (S), a muscular com a subcamada circular (MC) e a subcamada longitudinal (ML) e a serosa (►). O capilar linfático (◄) foi indicado na lâmina própria. HE. Objetiva de 10x (137x).

O **intestino delgado** é um tubo bastante longo, dividido em: **duodeno, jejuno e íleo**.

Nele a digestão é finalizada, e ocorre a absorção de nutrientes, eletrólitos e água.

A digestão é realizada pelas enzimas provenientes do pâncreas, que são despejadas no duodeno, e pelas enzimas presentes na membrana das células intestinais.

As adaptações que aumentam a superfície de absorção são:

- as **pregas**, formadas pela mucosa e pela submucosa;
- os **vilos** (ou **vilosidades**), que são evaginações de epitélio e conjuntivo, e
- os **microvilos**, projeções na superfície apical das células epiteliais.

O epitélio evagina-se nos **vilos** e invagina-se nas **glândulas intestinais** (ou **de Lieberkühn**), que são **glândulas exócrinas tubulares simples retas**.



**Figura 8.19** - Vilo do intestino delgado de camundongo. O revestimento é proporcionado pelo epitélio simples colunar com microvilos (M) e células caliciformes (→). Subjacente há a lâmina própria de tecido conjuntivo frouxo, onde é apontado o capilar linfático (▶). HE. Objetiva de 40x (550x).

O epitélio é simples colunar com microvilos e células caliciformes. Há ainda as células enteroendócrinas, as células de Paneth e as células-tronco.

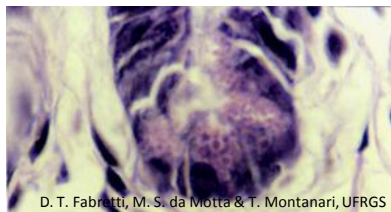
As células epiteliais com microvilos são chamadas enterócitos. São células colunares, com núcleo ovoide e basal. O glicocálix contém várias enzimas, que finalizam a digestão e contribuem para a absorção dos nutrientes.

As células caliciformes produzem glicoproteínas, que compõem um muco, o qual lubrifica a luz intestinal.

A lâmina própria é de tecido conjuntivo frouxo.

Há capilares sanguíneos do tipo fenestrado e, em cada vilo, um capilar linfático central, com terminação cega, onde entram os nutrientes absorvidos.

Células musculares lisas da muscular da mucosa penetram nos vilos e acompanham o capilar linfático. Sua contração deve impulsionar a linfa do capilar linfático para a rede de vasos linfáticos na submucosa.

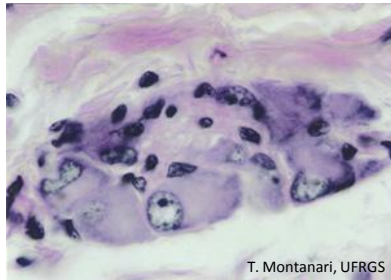


**Figura 8.20** - Células de Paneth na base da glândula de Lieberkühn de jejuno de rato. HE. Objetiva de 100x (1.373x).

Na base das glândulas intestinais, há as células de Paneth.

Elas possuem núcleo basal e grandes grânulos de secreção eosinófilos, que correspondem à lisozima e às defensinas.

A lisozima e as defensinas rompem a membrana dos micro-organismos, controlando a flora intestinal.



T. Montanari, UFRGS

**Figura 8.21** - Gânglio do plexo nervoso submucoso (ou de Meissner), com neurônios multipolares, circundados por células satélites. HE. Objetiva de 100x (851x).

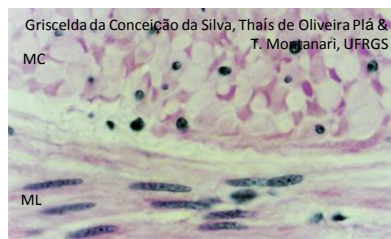
A **submucosa** é de **tecido conjuntivo denso não modelado**. Há vasos sanguíneos e linfáticos, que transportam os nutrientes, e o **plexo nervoso submucoso** (ou **de Meissner**).

Na **camada muscular**, entre as subcamadas circular e longitudinal, há um pouco de tecido conjuntivo e o **plexo nervoso mioentérico** (ou **de Auerbach**).

Esses plexos nervosos contêm gânglios do sistema nervoso autônomo, com **neurônios multipolares e motores**.

O plexo nervoso submucoso controla o movimento da muscular da mucosa, a secreção das glândulas e o fluxo sanguíneo.

O plexo nervoso mioentérico coordena o peristaltismo.



Griselda da Conceição da Silva, Thais de Oliveira Plá & T. Montanari, UFRGS

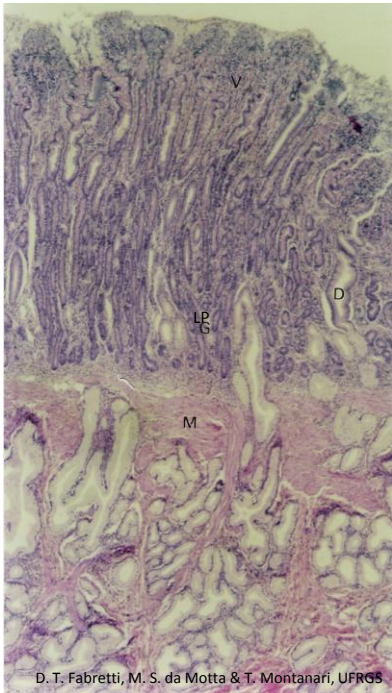
**Figura 8.22** - Camada muscular do intestino delgado: as células musculares lisas foram cortadas transversalmente na subcamada circular (MC) e longitudinalmente na subcamada longitudinal (ML). HE. Objetiva de 40x (550x).

Na lâmina histológica, a observação das subcamadas musculares permite determinar o plano de corte do órgão.

No corte transversal do tubo digestório, as células musculares da camada interna circular são dispostas longitudinalmente, e as células da camada externa longitudinal são cortadas transversalmente.

No corte longitudinal, as células da camada circular são cortadas transversalmente, e aquelas da camada longitudinal, longitudinalmente.





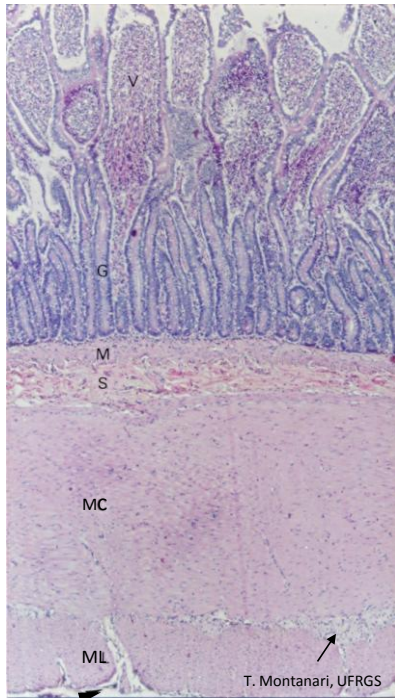
Na submucosa do duodeno, há as **glândulas duodenais** (ou de **Brünner**), que são **glândulas exócrinas tubulares ramificadas mucosas**.

Elas atravessam a muscular da mucosa e a lâmina própria, e os ductos abrem-se na base das glândulas de Lieberkühn ou entre as vilosidades.

Sua secreção contém glicoproteínas e íons bicarbonato e, portanto, tem um pH alcalino, que protege a mucosa contra a acidez do quimo e permite o pH ideal para a ação das enzimas pancreáticas.

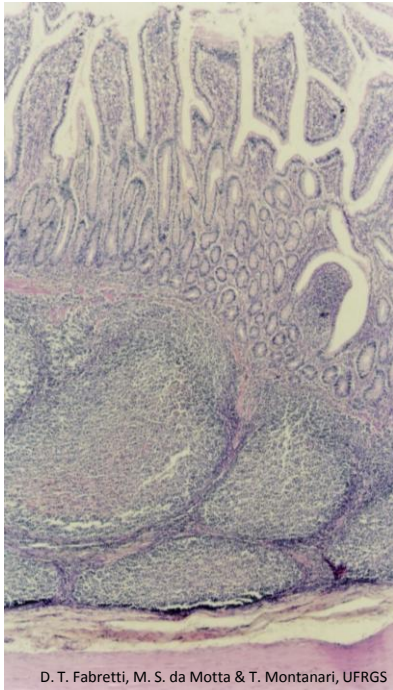
É também produzida urogastrona (fator de crescimento epidérmico humano), um peptídeo que inibe a liberação de ácido clorídrico pelo estômago.

**Figura 8.23** - Corte de duodeno, onde são observados: vilos (V) e glândulas intestinais (ou de Lieberkühn) (G), evaginações e invaginações do epitélio, respectivamente; lâmina própria (LP) de tecido conjuntivo frouxo no interior dos vilos e entre e sob as glândulas; muscular da mucosa (M), e glândulas de Brünner na submucosa, com os ductos (D) abrindo-se entre ou nas glândulas intestinais. HE. Objetiva de 4x (55x).



As glândulas de Brünner não estão presentes no jejuno e no íleo.

**Figura 8.24** - Corte de jejuno, onde são indicados: vilos (V), glândulas intestinais (ou de Lieberkühn) (G), muscular da mucosa (M), submucosa (S), muscular com subcamadas circular (MC) e longitudinal (ML) e plexo nervoso mioentérico ( → ), e serosa ( ► ). HE. Objetiva de 4x (55x).



D. T. Fabretti, M. S. da Motta & T. Montanari, UFRGS

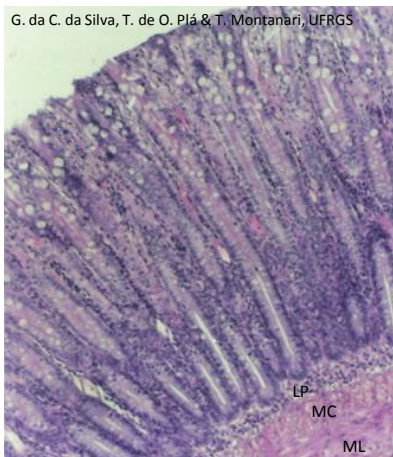
Na submucosa do íleo, os nódulos linfáticos são abundantes, e o seu conjunto foi denominado **placas de Peyer**.

Recobrimo as placas de Peyer, há as **células M**, enterócitos modificados, com forma cúbica, micropregas na superfície apical e invaginações na superfície basal, com a lâmina basal descontínua.

Essas células capturam antígenos da luz do intestino por endocitose e transportam-nos para os macrófagos e os linfócitos T situados entre as invaginações.

As células de defesa desencadeiam a resposta imunológica.

**Figura 8.25** - Corte de íleo, que possui as placas de Peyer na submucosa. HE. Objetiva de 4x (55x).



G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS

**Figura 8.26** - Mucosa do intestino grosso, onde são observadas as glândulas intestinais (ou de Lieberkühn), que são glândulas exócrinas tubulares simples retas; a lâmina própria (LP) de tecido conjuntivo frouxo, e a muscular da mucosa, com as subcamadas circular (MC) e longitudinal (ML). HE. Objetiva de 10x (137x).

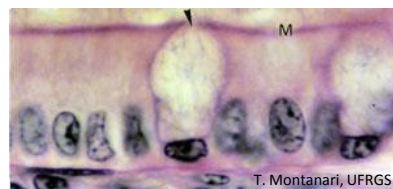
No **intestino grosso**, não há vilosidades, mas o epitélio invagina-se nas **glândulas intestinais** (ou **de Lieberkühn**), que são **glândulas exócrinas tubulares simples retas**.

O **epitélio é simples colunar com microvilos e células calciformes**. Ele contém ainda células-tronco e células enteroendócrinas. No ceco e no apêndice, há também as células de Paneth.

Nesse órgão, ocorre a absorção de água e de sais inorgânicos, levando à formação do bolo fecal.

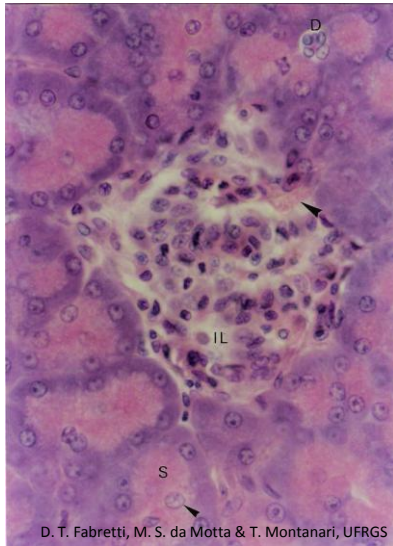
Para isso, as células colunares apresentam microvilos na superfície apical e  $\text{Na}^+\text{-K}^+$  ATPases nas membranas laterais.

O muco produzido pelas células calciformes contribui para a compactação do bolo fecal e facilita o seu deslizamento pela lubrificação da superfície epitelial.



T. Montanari, UFRGS

**Figura 8.27** - Fotomicrografia do epitélio simples colunar com microvilos (M) e células calciformes (▶) do intestino grosso. HE. Objetiva de 100x (1.373x).



**Figura 8.28** - Corte de pâncreas. A ilhota de Langerhans (IL) é uma glândula endócrina cordonal, que secreta insulina e glucagon para a corrente sanguínea (►). Os ácinos serosos (S) sintetizam enzimas, que vão, através de ductos, para o duodeno (D - ducto intercalar). Os núcleos no centro dos ácinos são de células centroacinosas (►). HE. Objetiva de 40x (550x).

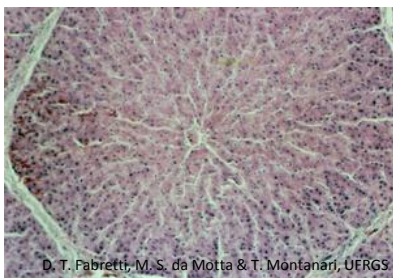
O **pâncreas** é envolvido por **peritônio** e por uma cápsula de **tecido conjuntivo frouxo ou moderadamente denso**, que envia septos para o seu interior, dividindo-o em lóbulos.

É uma **glândula mista**, com uma porção endócrina, as ilhotas pancreáticas (ou de Langerhans), que secretam hormônios para a corrente sanguínea, e uma porção exócrina, composta por células serosas, que produzem enzimas digestivas a serem liberadas no duodeno.

As **ilhotas pancreáticas (ou de Langerhans)** são **glândulas endócrinas cordonais**. As células possuem citoplasma rosa pálido com HE, contrastando com os ácinos serosos ao redor. Secretam insulina, glucagon e outros hormônios para os capilares fenestrados.

A porção **exócrina** é uma **glândula acinosa composta serosa**. As células serosas sintetizam precursores de enzimas digestivas, então possuem retículo endoplasmático rugoso bem desenvolvido na porção basal do citoplasma, tornando essa região basófila. As proenzimas são armazenadas em grânulos (os grânulos de zimogênio) na porção apical da célula, e ela é eosinófila. As proenzimas são liberadas, através de ductos, para o duodeno, onde são ativadas.

Os **ductos intercalares** são de **epitélio simples pavimentoso ou cúbico baixo**. Como eles iniciam no interior dos ácinos, são visualizadas células palidamente coradas no centro do ácino: são as **células centroacinosas**. Os ductos intercalares, inclusive as células centroacinosas, produzem um líquido seroso alcalino, rico em bicarbonato, que contribui para neutralizar o quimo ácido que chega ao duodeno.



**Figura 8.29** - Lóbulo hepático de porco, que é delimitado por tecido conjuntivo. Nos cantos dos lóbulos (espaços porta), há ramos da artéria hepática e da veia porta, cujo sangue corre para os capilares sinusoides, situados entre as placas de hepatócitos, e entra na vênula hepática terminal (ou centrolobular). HE. Objetiva de 10x (85x).

O **fígado** é envolvido pelo **peritônio**, exceto onde se adere ao diafragma e a outros órgãos, e por uma cápsula de **tecido conjuntivo denso modelado**. Esta é mais espessa no hilo (a porta do fígado), por onde o tecido conjuntivo penetra no órgão, conduzindo a artéria hepática e a veia porta, que entram, e os vasos linfáticos e os ductos hepáticos direito e esquerdo, que saem.

A **artéria hepática** traz sangue oxigenado e com quilomícrons.

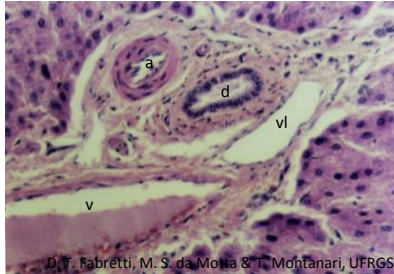
A **veia porta** traz sangue venoso dos intestinos, do pâncreas e do baço, portanto, rico em nutrientes, hormônios pancreáticos e produtos da degradação da hemoglobina.

Os **ductos hepáticos** retiram a bile do fígado.

O sangue sai através das **veias hepáticas** localizadas na região posterior do fígado. Elas drenam para a veia cava inferior.

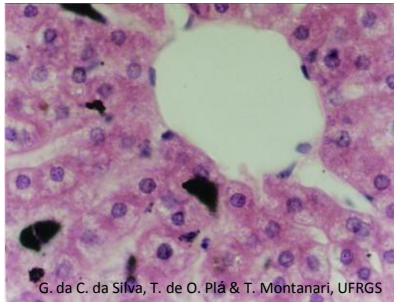
As células epiteliais, os **hepatócitos**, dispõem-se emfileirados em placas orientadas radialmente e arranjadas em prisma: o **lóbulo hepático**.

Em certos animais, como no porco, os lóbulos são separados por uma faixa de tecido conjuntivo, mas, na espécie humana, esse tecido fica restrito aos cantos dos lóbulos nos **espaços porta**.



D. T. Fabretti, M. S. da Motta & T. Montanari, UFRGS  
**Figura 8.30** - Espaço porta: arteríola (a), vênula (v), ducto biliar (d) e vaso linfático (vl). HE. Objetiva de 20x (275x).

No tecido conjuntivo frouxo ou denso não modelado dos **espaços porta**, são encontrados os **vasos sanguíneos interlobulares** (**arteríola**, ramificação da **artéria hepática**, e **vênula**, ramificação da **veia porta**), **vasos linfáticos** e o **ducto biliar**. Este último é revestido por **epitélio simples cúbico ou colunar** e conduz a bile produzida pelos hepatócitos para os ductos hepáticos.



G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS  
**Figura 8.31** - Capilares sinusoides entre as placas de hepatócitos desembocando na vênula hepática terminal (ou centrolobular). HE. Objetiva de 40x (550x).

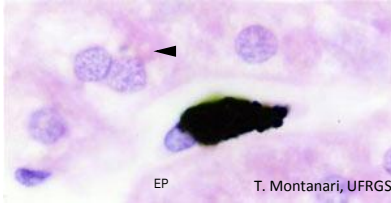
Os vasos interlobulares ramificam-se em vasos distribuidores que circundam os lóbulos. Parte dos vasos interlobulares e os vasos distribuidores abrem-se nos **capilares sinusoides** entre as placas de hepatócitos. Pelas características desses capilares, a passagem de macromoléculas entre o sangue e as células é facilitada.

Os sinusoides hepáticos desembocam na **vênula hepática terminal (veia centrolobular ou central)**.

As vênulas hepáticas terminais correm longitudinalmente pelos lóbulos hepáticos e conectam-se perpendicularmente com as **veias sublobulares**. Estas penetram nas trabéculas de conjuntivo, onde se unem em veias de maior calibre até constituírem as **veias hepáticas**, que desembocam na veia cava inferior.

Os **hepatócitos** têm forma poliédrica e núcleo esférico, eucromático, com nucléolos proeminentes; podem ser binucleados ou poliploides. Contêm abundante retículo endoplasmático rugoso e retículo endoplasmático liso; riqueza em mitocôndrias, que confere eosinofilia ao citoplasma, e presença de glicogênio e gotículas lipídicas, que dá o aspecto vacuolizado.

Os hepatócitos são células muito ativas metabolicamente, por isso a abundância e a variedade de organelas. Neles ocorrem o processamento e o armazenamento dos nutrientes absorvidos no intestino delgado, a detoxicação, a síntese das proteínas plasmáticas e da bile.



**Figura 8.32** - Macrófago (célula de Kupffer) que fagocitou partículas de nanquim em um capilar sinusóide. Entre hepatócitos, é apontado um canalículo biliar e, entre os hepatócitos e o sinusóide, há o espaço perissinusoidal (EP). HE. Objetiva de 100x (1.373x).

Quando encostados uns aos outros, os hepatócitos delimitam um pequeno tubo, o **canalículo biliar**, por onde são liberados os componentes da bile.

Entre a superfície do hepatócito e o capilar sinusóide, há um espaço estreito, com fibras reticulares e plasma, denominado **espaço perissinusoidal** (ou **de Disse**).

Dos canalículos biliares, a bile é dirigida para os **dúctulos biliares**, que são revestidos por **epitélio simples cúbico** e estão entre os hepatócitos. Esses dúctulos desembocam nos **ductos biliares** de **epitélio simples cúbico** ou **colunar**, situados nos **espaços porta** e, portanto, com uma bainha de tecido conjuntivo.

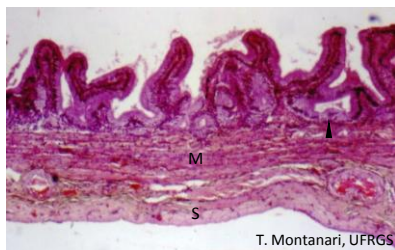
As células epiteliais dos dúctulos e dos ductos biliares secretam um líquido rico em bicarbonato, que, junto com o suco pancreático, neutraliza o quimo que entra no duodeno.

Os ductos biliares fundem-se nos **ductos hepáticos direito e esquerdo**, que saem do fígado e confluem no **ducto hepático comum**. A bile entra na vesícula biliar pelo **ducto cístico**, um ramo lateral do ducto hepático comum.

No lóbulo hepático, há ainda as células estreladas hepáticas e os macrófagos.

As **células estreladas hepáticas** (ou **células de Ito**) estão no espaço de Disse, armazenam vitamina A em gotículas lipídicas e produzem fatores de crescimento e componentes da matriz extracelular, como as fibras reticulares.

Os **macrófagos** (ou **células de Kupffer**) fazem parte do revestimento dos sinusóides e fagocitam hemácias velhas, bactérias, vírus e material particulado presente no sangue.



**Figura 8.33** - Corte de vesícula biliar. São visíveis as pregas da mucosa, constituídas por epitélio simples colunar com microvilos e lâmina própria de tecido conjuntivo frouxo. Os recessos correspondem à parte profunda da prega (▶). Subjacente à mucosa, há a camada muscular (M) e a serosa (S). HE. Objetiva de 3,2x.

A **vesícula biliar** é um órgão oco, piriforme, situado na superfície inferior do fígado.

A bile produzida no fígado é armazenada e concentrada na vesícula biliar.

A mucosa forma pregas quando o órgão está vazio.

O **epitélio** é **simples colunar com microvilos**. Estes aumentam a superfície para a absorção de água e eletrólitos.

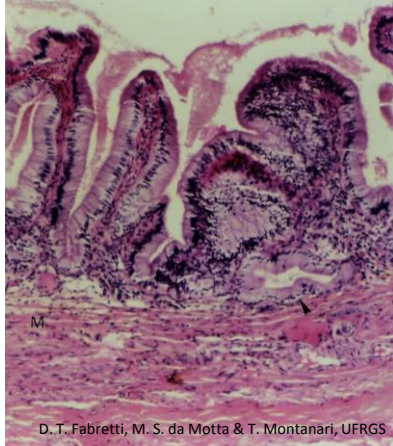
Cortes transversais das partes profundas das pregas lembram glândulas, mas as glândulas são restritas ao colo, a região que se une ao ducto cístico. Elas são **glândulas mucosas**, cuja secreção lubrifica a luz dessa região.

A túnica muscular é constituída por feixes entrelaçados de **músculo liso**, com **fibras colágenas e elásticas**.

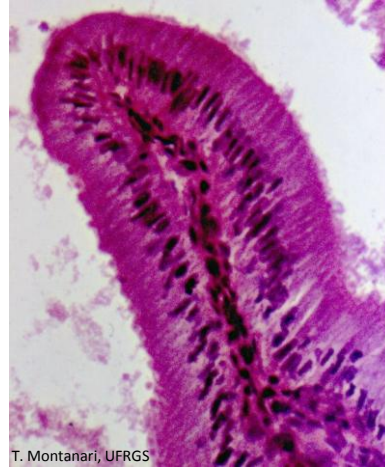
Subjacente há **tecido conjuntivo denso não modelado** contínuo à cápsula do fígado (**adventícia**) ou recoberto por **mesotélio** (**serosa** ou peritônio visceral).

A bile sai da vesícula biliar pelo **ducto cístico** e é liberada no duodeno pelo **ducto biliar comum** (ou **colédoco**), que se continua ao ducto hepático comum.

A bile promove a emulsificação dos lipídios, facilitando a digestão pelas lipases e sua absorção.



D. T. Fabretti, M. S. da Motta & T. Montanari, UFRGS  
**Figura 8.34** - Vesícula biliar, cuja mucosa forma pregas. O que parece ser uma glândula ( ► ) é um corte transversal da parte profunda de uma prega. Subjacente à mucosa há a muscular de músculo liso (M) entremeadada com tecido conjuntivo. HE. Objetiva de 10x (137x).



T. Montanari, UFRGS  
**Figura 8.35** - Prega da mucosa da vesícula biliar, mostrando o epitélio simples colunar com microvilos. HE. Objetiva de 40x.

# **Sistema Respiratório**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiana Montanari  
Departamento de Ciências Morfológicas – ICBS – UFRGS

## **FUNÇÕES**

**VIAS AÉREAS SUPERIORES**

**VIAS AÉREAS INTRAPULMONARES**

## FUNÇÕES



**Figura 9.1** - Ilustração do sistema respiratório. Fonte: Montanari, T.; Borges, E. O. *Museu virtual do corpo humano*. Porto Alegre: UFRGS, 2010. Disponível em <http://www.ufrgs.br/museuvirtual>

O **sistema respiratório** permite o transporte do  $O_2$  para o sangue, a fim de ser distribuído para as células, e a retirada do  $CO_2$ , dejetado do metabolismo celular, do sangue para o exterior; está envolvido na fala, no olfato e na percepção de sabores mais apurados.

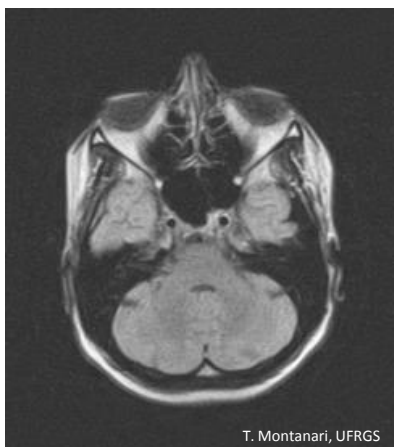
Pode ser dividido em:

- **porção condutora**, que conduz o ar para os locais onde se dão as trocas gasosas; é formada por: cavidades nasais, faringe, laringe, traqueia, brônquios, bronquíolos e bronquíolos terminais;
- **porção respiratória**, onde ocorre a troca de gases entre o ar e o sangue; consiste em: bronquíolos respiratórios, ductos alveolares, sacos alveolares e alvéolos.

## VIAS AÉREAS SUPERIORES

A **cavidade nasal** contém o vestíbulo, a área olfatória e a área respiratória.

O **vestíbulo** é o segmento inicial da cavidade nasal; seu **epitélio** é **estratificado pavimentoso**, sendo **queratinizado** na porção anterior, contínua à epiderme da face. A presença de **pelos** (vibrissas) e a secreção de **glândulas sebáceas** protege contra a entrada de poeira. A **cartilagem hialina** dá sustentação.



**Figura 9.2** - Corte tomográfico do crânio em aparelho de ressonância magnética, no plano axial, onde são observados o vestíbulo da cavidade nasal e os seios paranasais. Realizado em 22/09/2006.

No teto da cavidade nasal e na parte superior das paredes laterais e do septo nasal, há a **área olfatória**. O **epitélio** é **pseudoestratificado colunar**, com **células olfatórias** (neurônios bipolares). A secreção serosa das **glândulas olfatórias** (ou **de Bowman**) dissolve as substâncias para permitir a percepção pelas células olfatórias.

A maior parte da cavidade nasal é a **área respiratória**, que tem o **epitélio** típico do sistema respiratório, ou seja, **pseudoestratificado colunar ciliado com células calciformes**. O muco secretado pelas células calciformes aprisiona as partículas inaladas e é deslocado pelo batimento dos cílios para a faringe.

A área superficial é aumentada pelas **conchas nasais** e pelos **seios paranasais**. As conchas nasais são projeções ósseas das paredes laterais da cavidade nasal, e os seios paranasais são cavidades nos ossos da face que se comunicam com a cavidade nasal. Ambas estruturas são revestidas pelo **epitélio pseudoestratificado colunar ciliado com células calciformes**. O muco dos seios paranasais é drenado para a cavidade nasal pela atividade ciliar.

O **tecido conjuntivo** da cavidade nasal e dos seios paranasais é **ricamente vascularizado**, permitindo a umidificação e o aquecimento do ar. Possui **glândulas seromucosas**, cuja secreção serosa contribui para a umidificação e contém enzimas, como a amilase ou a lisozima, e a secreção mucosa suplementa aquela das células calciformes para capturar o material inalado. As **paredes cartilaginosas e ósseas** proporcionam rigidez durante a inspiração.



Posterior à cavidade nasal, há a **nasofaringe**, cujo **epitélio** é **pseudoestratificado colunar ciliado com células caliciformes**. Sob este, há a **tonsila faríngea**. As células do tecido linfóide examinam antígenos inalados e desencadeiam a resposta imunológica.

O ar também passa pela **orofaringe**, que, pelo atrito do alimento, é revestida por **epitélio estratificado pavimentoso**.

A **laringe** é um tubo que impede a entrada de alimentos e líquido para os pulmões e permite a produção de sons. Seu **epitélio** é **pseudoestratificado colunar ciliado com células caliciformes** ou, na superfície da epiglote que faz contato com o bolo alimentar e nas pregas vocais, **estratificado pavimentoso**.

A lâmina própria da laringe, exceto nas pregas vocais, contém **glândulas seromucosas**.

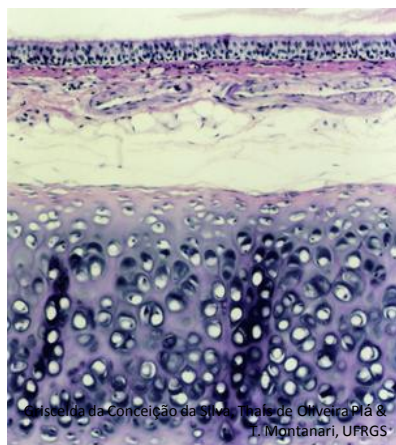
Subjacente há peças de **cartilagem hialina** e de **cartilagem elástica**, que mantêm a laringe aberta e, em virtude da ação dos **músculos intrínsecos e extrínsecos da laringe**, de **músculo estriado esquelético**, movem-se, impedindo a entrada de alimento.

As pregas vocais movimentam-se graças ao **músculo vocal**, de **músculo estriado esquelético**, que se liga aos músculos intrínsecos da laringe. E há ainda, entre o epitélio e o músculo vocal, o **ligamento vocal**, de **tecido elástico**, contribuindo para a sua ação.

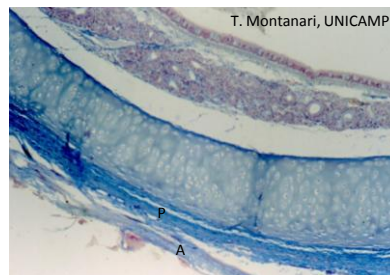
A **traqueia** é um tubo revestido por **epitélio pseudoestratificado colunar ciliado com células caliciformes**. O tecido conjuntivo subjacente é ricamente vascularizado, o que umidifica e aquece o ar.

Tem **glândulas mucosas e seromucosas**, e a secreção das células caliciformes e das glândulas forma um tubo mucoso, que é deslocado em direção à faringe pelo batimento ciliar, retirando as partículas inspiradas.

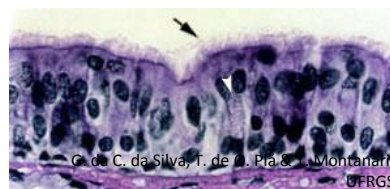
Os cílios não alcançam a camada de muco, porque interposto entre eles há o fluido seroso.



**Figura 9.3** - Corte da traqueia, mostrando o muco sobre a superfície luminal, o epitélio pseudoestratificado colunar ciliado com células caliciformes, o tecido conjuntivo com muitos vasos sanguíneos e células adiposas e a cartilagem hialina. HE. Objetiva de 10x (137x).



**Figura 9.4** - Fotomicrografia da traqueia, onde são visualizados: o epitélio pseudoestratificado colunar ciliado com células caliciformes; o tecido conjuntivo com glândulas seromucosas; a cartilagem hialina com pericôndrio bem desenvolvido na face externa (P), e a adventícia (A). Tricrômico de Masson. Objetiva de 10x.



**Figura 9.5** - Epitélio pseudoestratificado colunar ciliado com células caliciformes da traqueia. As partículas inaladas são capturadas pelo muco das células caliciformes (▲), e esse muco é deslocado pelos cílios (→) em direção à faringe. HE. Objetiva de 40x (550x).

## VIAS AÉREAS INTRAPULMONARES

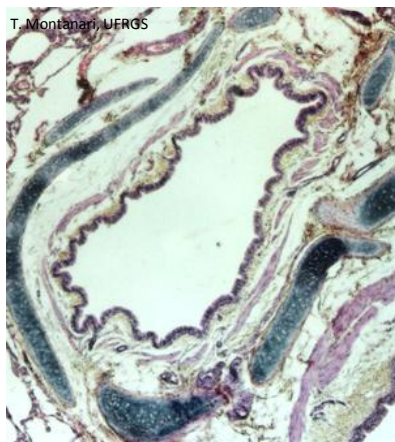


Figura 9.6 - Brônquio intrapulmonar. HE. Objetiva de 4x (55x).

A traqueia bifurca-se nos **brônquios primários** (ou **principais**), que, ao entrarem nos pulmões, ramificam-se em três **brônquios secundários** (ou **lobares**) no pulmão direito e dois no esquerdo: um para cada lobo pulmonar. Eles se ramificam nos **brônquios terciários** (ou **segmentares**): 10 deles no pulmão direito e oito no pulmão esquerdo.



Figura 9.7 - Aumento maior do brônquio: epitélio pseudoestratificado colunar ciliado com células calciformes, glândulas (G) no conjuntivo subjacente, músculo liso e cartilagem hialina. HE. Objetiva de 10x.

Os brônquios possuem **epitélio pseudoestratificado colunar ciliado com células calciformes**. No tecido conjuntivo subjacente, há **glândulas seromucosas**. Nos brônquios extrapulmonares, assim como na traqueia, a **cartilagem hialina é em forma de C**, e o **músculo liso** está localizado **posteriormente**, entre as extremidades da cartilagem, mas, nos brônquios intrapulmonares, a cartilagem é irregular, o que faz com que, no corte histológico, sejam visualizados **pedaços de cartilagem**, e o **músculo liso** está disposto **internamente** à cartilagem.

Além de transportar o ar, a árvore brônquica aquece-o pela proximidade dos vasos sanguíneos, umidifica-o pela secreção serosa das glândulas e limpa-o através do muco das células calciformes e das glândulas e o movimento dos cílios.

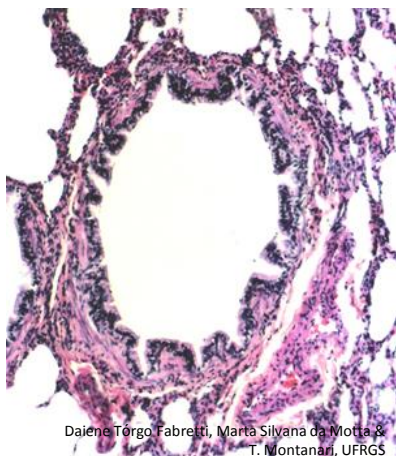


Figura 9.8 - Bronquíolo e, ao redor, alvéolos e um ramo da artéria pulmonar. HE. Objetiva de 10x (137x).

A ramificação dos brônquios terciários resulta nos **bronquíolos** (primários).

Cada bronquíolo ramifica-se geralmente em cinco a sete **bronquíolos terminais**.

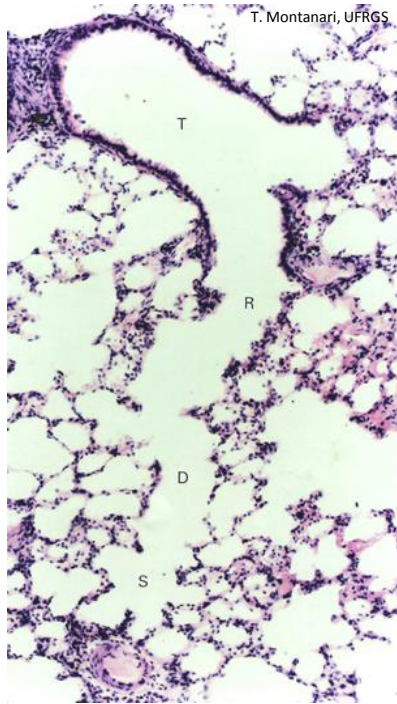
Cada um destes origina, por sua vez, dois **bronquíolos respiratórios**.

Distalmente há uma simplificação das estruturas constituintes, uma diminuição da altura do epitélio e uma redução no tamanho da luz.

Nos ramos maiores dos **bronquíolos**, o **epitélio é simples colunar ciliado e com células calciformes** ocasionais, e, nos ramos menores, o **epitélio é simples cúbico ciliado e com células de Clara**.

Essas células não são ciliadas e exibem um ápice em forma de cúpula. Produzem um agente tensoativo lipoproteico, que reduz a tensão superficial dos bronquíolos, evitando o seu colapamento.

Os bronquíolos não possuem glândulas, nem cartilagem, mas o **músculo liso** é espesso.



**Figura 9.9** - Bronquíolo terminal (T), com epitélio simples cúbico; bronquíolo respiratório (R), ainda de epitélio simples cúbico, mas já com alvéolos; ducto alveolar (D) e saco alveolar (S), constituídos por alvéolos. HE. Objetiva de 10x (137x).

Os **bronquíolos terminais** são de **epitélio simples cúbico ciliado**, com **células de Clara**. Apresentam uma delgada camada de tecido conjuntivo com fibras elásticas e uma a duas camadas de células musculares lisas.

Nos **bronquíolos respiratórios**, o **epitélio é simples cúbico ciliado**, com **células de Clara**, interrompido por **células pavimentosas**, que correspondem aos alvéolos e permitem as trocas gasosas. O epitélio é circundado por tecido conjuntivo e músculo liso.

Cada bronquíolo respiratório ramifica-se em dois a dez **ductos alveolares**. Eles são condutos constituídos por alvéolos, portanto, de **epitélio simples pavimentoso**, circundados por fibras reticulares e elásticas e por células musculares lisas. O músculo liso termina nos ductos alveolares. Cada ducto alveolar desemboca em dois ou três **sacos alveolares**, também de alvéolos. O **alvéolo** é um espaço delimitado por epitélio simples pavimentoso, formado pelos pneumócitos do tipo I e do tipo II.

Os **pneumócitos do tipo I** são células pavimentosas, cuja pequena espessura facilita a difusão do  $O_2$  para o sangue. Os **pneumócitos do tipo II** são células cúbicas, com núcleo esférico e citoplasma vacuolizado, devido à presença de corpos lamelares com o surfactante pulmonar, um complexo lipoproteico que recobre a superfície dos alvéolos, diminuindo a tensão superficial, o que facilita a expansão na inspiração e evita o seu colapso na expiração.

A região formada pelos pneumócitos de dois alvéolos adjacentes com o delgado tecido conjuntivo interposto é o **septo interalveolar**. No tecido conjuntivo, são encontrados fibroblastos, macrófagos, mastócitos, fibras reticulares e elásticas, substância fundamental e capilares. As **fibras reticulares** dão sustentação ao parênquima pulmonar, e as **fibras elásticas** permitem a expansão dos pulmões durante a inspiração e, com a sua retração, ajudam a expelir o ar dos alvéolos.

# Sistema Urinário

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiana Montanari  
Departamento de Ciências Morfológicas – ICBS – UFRGS

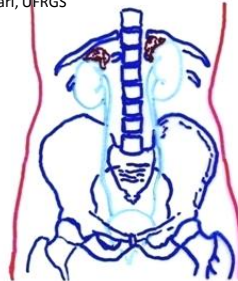
**FUNÇÕES**

**RINS**

**BEXIGA E VIAS URINÁRIAS**

## FUNÇÕES

T. Montanari, UFRGS



**Figura 10.1** - Representação do sistema urinário. Baseado em Snell, R. S. *Histologia clínica*. Rio de Janeiro: Discos CBS, Interamericana, 1985. p. 413.

O **sistema urinário** retira do organismo, através da urina, as substâncias em excesso e os produtos residuais do metabolismo, contribuindo para a manutenção da homeostase.

A urina é produzida nos **rins**, passa pelos **ureteres** até a **bexiga**, onde é armazenada, e é lançada ao exterior por meio da **uretra**.

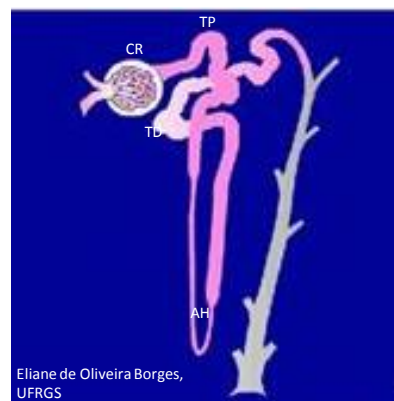
## RINS

Os **rins** possuem uma cápsula de **tecido conjuntivo denso** e exibem uma borda convexa e uma borda côncava, na qual se situa o hilo. Neste entram e saem os vasos sanguíneos e linfáticos e os nervos e emerge a pelve renal, a parte superior e expandida do ureter.

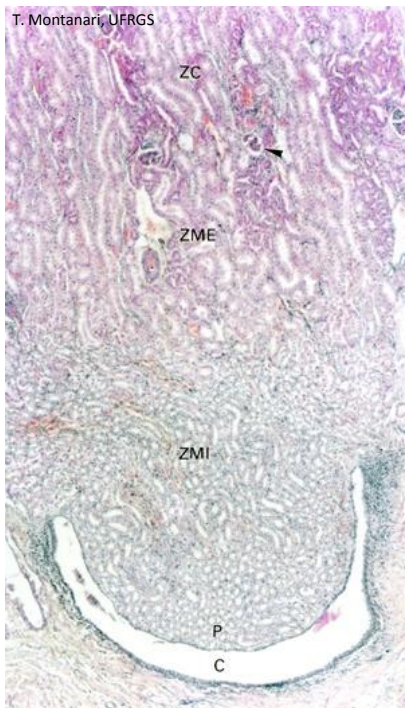
A unidade funcional dos rins é o **túbulo urinífero**, composto pelo **néfron** e pelo **tubo coletor**, de origens embriológicas diferentes.

O **néfron** é constituído por: **corpúsculo renal** (ou **de Malpighi**), **túbulo proximal**, **alça de Henle** (ou **túbulo intermediário**) e **túbulo distal**.

Vários néfrons desembocam em um tubo coletor.



**Figura 10.2** - Ilustração do túbulo urinífero, constituído pelo néfron (em rosa) e pelo tubo coletor (em cinza). O néfron é composto por: corpúsculo renal (CR), túbulo proximal (TP), alça de Henle (AH) e túbulo distal (TD). Fonte: Montanari, T.; Borges, E. O. *Museu virtual do corpo humano*. Porto Alegre: UFRGS, 2010. Disponível em <http://www.ufrgs.br/museuvirtual>



**Figura 10.3** - Corte de rim, onde são indicados: a zona cortical (ZC), com os corpúsculos renais ►; a zona medular, subdividida em externa (ZME) e interna (ZMI); a papila (P), e um cálice (C). HE. Objetiva de 4x (55x).

Os rins podem ser divididos em: **córtex** e **medula**.

O córtex possui estruturas vasculares, os **corpúsculos renais** (ou **de Malpighi**), onde o sangue é filtrado.

O fluido formado percorre um **sistema tubular** nas regiões cortical e medular, onde sofre modificações e torna-se a urina.

Os túbulos da medula, devido ao seu arranjo e à diferença de comprimento, constituem estruturas cônicas, as **pirâmides medulares**.

A base da pirâmide medular situa-se no limite corticomedular, e o ápice (**papila**) é voltado para o hilo. Uma pirâmide medular e o tecido cortical adjacente constituem um **lobo renal**.

O **rim humano** possui seis a 18 pirâmides medulares, sendo **multilobar**; o **rim do rato** e do **coelho** possui somente uma pirâmide medular e uma papila e é **unilobar**.

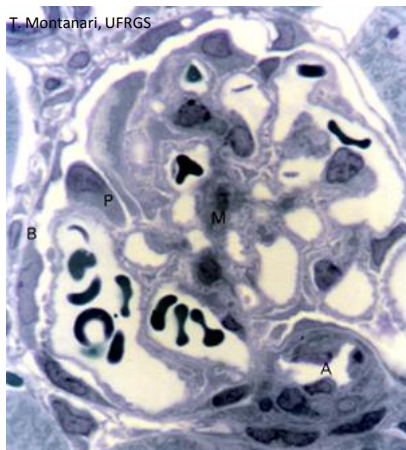
Os ductos coletores da urina abrem-se na extremidade da **papila**, formando a **área crivosa** (ou **cribiforme**).

As papilas têm **epitélio simples cúbico** ou **colunar**.

Cada papila projeta-se em um **cálice menor**.

Os cálices menores unem-se em dois a quatro **cálices maiores**, que, por sua vez, desembocam na **pelve renal**.

Os cálices e a pelve renal são revestidos pelo **epitélio de transição** (ou **urotélío**).



**Figura 10.4** - Corpúsculo renal: folheto parietal da cápsula de Bowman (B), de epitélio simples pavimentoso; folheto visceral da cápsula de Bowman, formado pelos podócitos (P), que estão sobre os capilares do glomérulo, e células mesangiais entre os capilares (M). Os capilares são contínuos à arteríola aferente (A). Semifino. Azul de toluidina. Objetiva de 100x (1.373x).

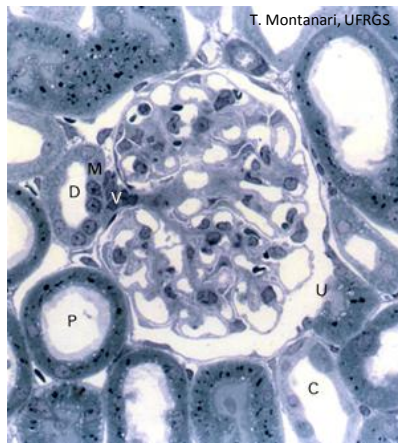
O **corpúsculo renal** (ou **de Malpighi**) consiste no **glomérulo**, um enovelamento de capilares, e na **cápsula de Bowman**, que possui dois folhetos: um externo, o **folheto parietal**, de **epitélio simples pavimentoso**, e outro interno, acolado aos capilares, o **folheto visceral**, formado por células epiteliais modificadas, os **podócitos**.

Entre os dois folhetos, há o **espaço capsular**, que recebe o líquido filtrado através da parede dos capilares e do folheto visceral.

Os **podócitos** possuem numerosos prolongamentos, que se interpenetram e se ancoram à lâmina basal dos capilares.

Os espaços entre os prolongamentos, as **fendas de filtração**, são cobertos por uma fina membrana que ajuda na filtração.

Os **capilares** do glomérulo são **fenestrados**, mas a lâmina basal é espessa, secretada com contribuição dos podócitos. A filtração do sangue por essa barreira gera um filtrado de composição semelhante à do plasma, mas quase sem proteínas, pois as **macromoléculas** geralmente não atravessam a lâmina basal dos capilares e o folheto visceral da cápsula de Bowman.



**Figura 10.5** - Corpúsculo renal, com polos vascular (V) e urinário (U); túbulos proximais (P), distais (D) e coletores (C). A parede do túbulo distal adjacente ao corpúsculo renal diferencia-se na mácula densa (M). Semifino. Azul de toluidina. Objetiva de 40x (550x).

O **corpúsculo renal** apresenta um **polo vascular**, pelo qual entra a arteríola aferente, que origina os capilares do glomérulo, e sai a arteríola eferente, resultante desses capilares, e um **polo urinário**, por onde sai o filtrado.

O filtrado do espaço capsular passa para o túbulo proximal: **túbulo contorcido proximal** no córtex e **túbulo reto proximal** na medula externa.

Ele é formado por **epitélio simples cúbico com microvilos**. As células absorvem eventuais proteínas, aminoácidos, glicose, bicarbonato e cerca de 67 a 80% do  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  e da água do filtrado. Elas excretam  $\text{H}^+$ , substâncias tóxicas resultantes do metabolismo, como a creatinina e a amônia, e substâncias estranhas ao organismo, como a penicilina.

O túbulo proximal continua com a **alça de Henle** na zona medular.

Como o epitélio é baixo (**epitélio simples pavimentoso**), tem-se a **parte delgada** da alça de Henle (ou **túbulo intermediário**).

Nos néfrons justamedulares, ela é muito longa e tem a forma de U, com uma porção **descendente** e outra **ascendente**.

Nos néfrons corticais, é bastante curta e é descendente.

Na zona medular externa, o epitélio é um pouco mais alto (**epitélio simples cúbico baixo**), portanto, é a **parte espessa ascendente** da alça de Henle (ou **túbulo reto distal**).

A parte delgada descendente da alça de Henle é muito permeável e, como o fluido intersticial é hipertônico, a água do filtrado difunde-se para o interstício, e uma pequena quantidade de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  e ureia vai por difusão passiva do interstício para a luz do néfron. O filtrado torna-se hipertônico.

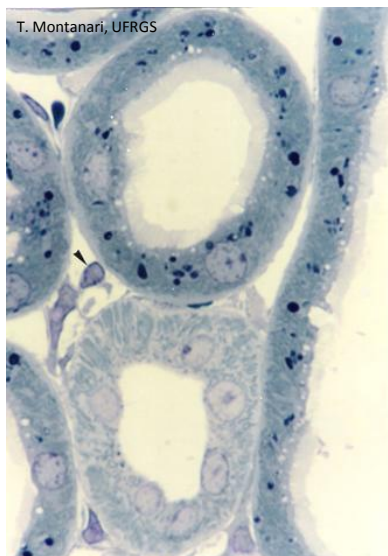
A parte delgada ascendente é impermeável à água, mas muito permeável aos íons  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$ , permitindo a difusão passiva desses íons do filtrado para o interstício.

A parte espessa ascendente da alça de Henle (ou túbulo reto distal) é impermeável à água e à ureia, mas realiza o transporte ativo de  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$  para o fluido intersticial. O filtrado torna-se hipotônico. É a saída de eletrólitos e de ureia da parte ascendente da alça que torna o fluido intersticial da zona medular hipertônico.

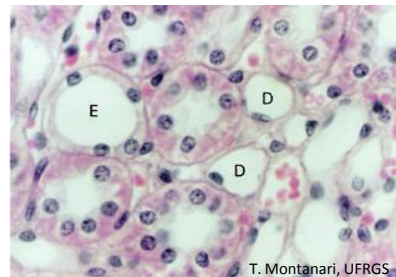
Na zona cortical, o túbulo distal é tortuoso e é designado **túbulo contorcido distal**.

O filtrado chega a ele hipotônico, mas com alta concentração de ureia.

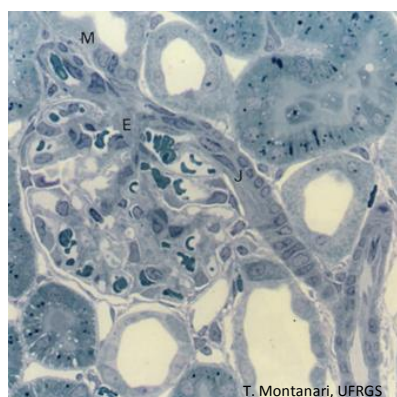
Esse túbulo é formado por **epitélio simples cúbico**, mas não tem microvilos. Ele é impermeável à água e à ureia e é capaz de realizar transporte de íons. Por causa do transporte ativo, há profundas pregas basolaterais e muitas mitocôndrias. Há a reabsorção de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{HCO}_3^-$  e a excreção de  $\text{K}^+$  e  $\text{H}^+$ . A reabsorção de  $\text{Na}^+$  é importante para a manutenção do volume plasmático e da pressão sanguínea. A reabsorção de  $\text{HCO}_3^-$  e a excreção de  $\text{H}^+$  torna a urina ácida e mantém o equilíbrio ácido-básico do sangue. A amônia é também excretada.



**Figura 10.6** - Túbulos contorcidos proximal e distal. No túbulo proximal, há microvilos, vesículas de endocitose (claras) e lisossomos (escuros). As mitocôndrias (bastões azulados) e as pregas basolaterais são mais distinguidas no túbulo distal, onde empurram os núcleos para a parte apical. É apontado um capilar (►) no interstício. Semifino. Azul de toluidina. Objetiva de 100x (1.373x).



**Figura 10.7** - Corte da zona medular externa do rim com a parte delgada (D) e a parte espessa (E) das alças de Henle, além dos capilares sanguíneos (vasos retos) e dos tubos coletores. Notar as células claras e escuras nos tubos coletores. HE. Objetiva de 40x (550x).



**Figura 10.8** - Aparelho justaglomerular: mácula densa (M), células justaglomerulares na arteríola aferente (J) e células mesangiais extraglomerulares (E). Semifino. Azul de toluidina. Objetiva de 40x (550x).

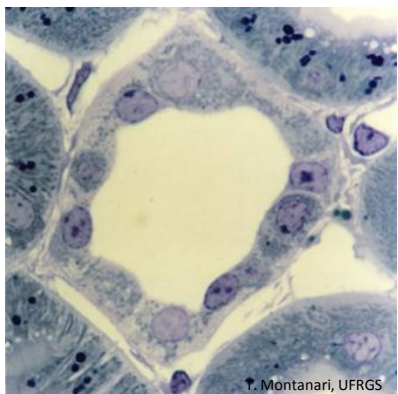
Na junção entre a parte reta e a parte contorcida do túbulo distal, a parede adjacente ao corpúsculo renal modifica-se na **mácula densa**: as células são colunares, com núcleos próximos uns dos outros. Ela monitora a concentração de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  do filtrado e informa as células justaglomerulares.

As **células justaglomerulares** são **células musculares lisas modificadas** da arteríola aferente, próximas ao corpúsculo renal. Elas secretam renina, uma enzima que converte o angiotensinogênio em angiotensina I. Esta é convertida em angiotensina II, que estimula a suprarrenal a liberar aldosterona. Esta age sobre o túbulo contorcido distal e o tubo coletor, promovendo a reabsorção de  $\text{Na}^+$ , o que aumenta o volume plasmático e consequentemente a pressão sanguínea.

A mácula densa, as células justaglomerulares e as células mesangiais extraglomerulares constituem o **aparelho justaglomerular**.

As **células mesangiais extraglomerulares** situam-se em uma região triangular, delimitada pela mácula densa, pelas arteríolas aferente e eferente e pelas células mesangiais. A presença de junções comunicantes sugere o acoplamento elétrico dessas células com o mesângio e com as arteríolas do polo vascular.





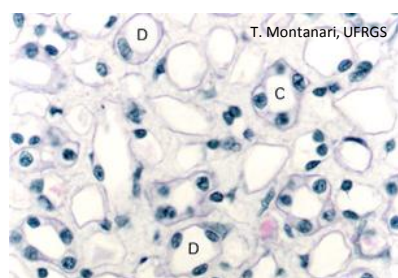
**Figura 10.9** - Tubo coletor na zona cortical do rim, com as células claras e as células escuras. Semifino. Azul de toluidina. Objetiva de 100x (1.373x).

A urina hipotônica passa dos túbulos contorcidos distais para os **tubos coletores**. Nas zonas cortical e medular externa, eles consistem em **epitélio simples cúbico**, constituído pelas **células claras** (ou **principais**) e pelas **células escuras** (ou **intercaladas**), assim denominadas pela variação na quantidade de mitocôndrias. A riqueza em mitocôndrias das células escuras está relacionada ao transporte ativo de  $H^+$ .

À medida que os tubos coletores se fundem e se aproximam dos cálices, aumentam a altura das células e o diâmetro dos tubos e diminui o número de células escuras, e o **epitélio é cúbico ou colunar** e tem somente **células claras** na zona medular interna.

A aldosterona age sobre os tubos coletores, promovendo a reabsorção de  $Na^+$ .

O hormônio antidiurético (ADH), secretado pela neuro-hipófise, sob a influência da angiotensina II, torna os tubos coletores permeáveis à água. Devido à hipertonicidade da zona medular, criada pela alça de Henle, há a absorção de água do filtrado no tubo coletor, e a urina fica hipertônica. A água sai da célula para o interstício e deste vai para os vasos retos.



**Figura 10.10** - Corte da zona medular interna do rim com os tubos coletores (C), a parte delgada (D) das alças de Henle e os capilares sanguíneos (vasos retos) no interstício (►). HE. Objetiva de 40x (550x).

O excesso de água no sangue inibe a produção de ADH e, na falta desse hormônio, os tubos coletores são impermeáveis à água, e a urina liberada é hipotônica.

Nas papilas, os tubos coletores confluem nos **ductos papilares**, constituídos de **epitélio simples colunar**, com **células claras**.

Eles se abrem na área crivosa das papilas, lançando a urina para os cálices menores, e destes ela segue para os cálices maiores, os quais se unem na pelve renal, a parte superior e expandida do ureter.

As **papilas** têm **epitélio simples cúbico** ou **colunar**, e os **cálices** e a **pelve renal** são revestidos pelo **epitélio de transição** (ou **urotélío**).

## BEXIGA E VIAS URINÁRIAS

Os **ureteres** são tubos fibromusculares que conduzem a urina através de contrações peristálticas para a **bexiga**, onde ela é armazenada. Durante a micção, a urina sai da bexiga para o exterior pela **uretra**.

Os **ureteres** e a **bexiga** são revestidos pelo **epitélio de transição** (ou **urotélío**).

A variação na forma das células de globosas ou poliédricas para pavimentosas permite a distensão do tecido e assim a acomodação do órgão às mudanças no volume de urina.

As placas de membrana na superfície apical das células contribuem para aumentar a superfície luminal do órgão.

A composição diferenciada da membrana, com elevada concentração de esfingolípídios e a presença das proteínas uroplaquinas, e a abundância de junções de oclusão tornam o tecido praticamente impermeável e resistente à osmolaridade da urina.

Subjacente ao epitélio há a **lâmina própria** de **tecido conjuntivo** que varia do **frouxo** ao **denso**. Não há submucosa.

A túnica muscular é de **músculo liso** e organiza-se em uma camada longitudinal interna e uma circular externa ou, no terço inferior dos ureteres e na bexiga, uma camada longitudinal interna, uma circular média e outra longitudinal externa. O peristaltismo força a urina para frente.

O ureter entra obliquamente na bexiga, resultando em uma válvula fisiológica que impede o refluxo da urina.

Na junção entre a bexiga e a uretra, a musculatura lisa da bexiga espessa-se no esfíncter interno. Quando esse esfíncter relaxa, ocorre a micção.

Os **ureteres** correm no tecido adiposo retroperitoneal, apresentando, portanto, **adventícia** ou, na região próxima ao peritônio, **serosa**.

A **bexiga** é envolvida pela **adventícia** e, na parte superior, pela **serosa** do peritônio parietal.



Griselda da Conceição da Silva, Thaís de Oliveira Plá & T. Montanari, UFRGS

**Figura 10.11** - Epitélio de transição da bexiga. HE. Objetiva de 40x (550x).



T. Montanari, UFRGS

**Figura 10.12** - Ureter, constituído por: epitélio de transição, lâmina própria (LP), camada muscular e adventícia (A). HE. Objetiva de 4x (55x).

# **Sistema Tegumentar**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiana Montanari  
**Departamento de Ciências Morfológicas – ICBS – UFRGS**

**FUNÇÕES**

**PELE**

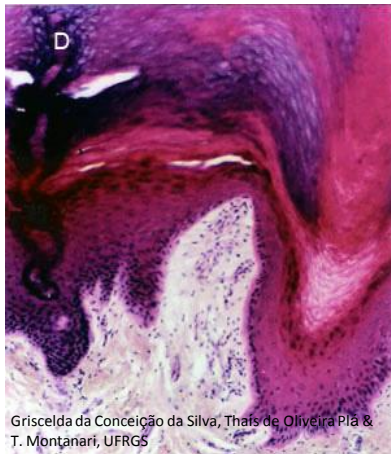
**ANEXOS CUTÂNEOS**

## FUNÇÕES

O **sistema tegumentar** (ou **tegumento**) recobre o corpo, protegendo-o contra o atrito, a perda de água, a invasão de micro-organismos e a radiação ultravioleta. Tem papel na percepção sensorial, na termorregulação, na síntese de vitamina D, na excreção de íons e na secreção de lipídios protetores e de leite.

Ele é constituído pela **pele** e os seus anexos: **pelos, unhas, glândulas sebáceas, sudoríparas e mamárias**.

## PELE



Griselda da Conceição da Silva, Thais de Oliveira Pia & T. Montanari, UFRGS

**Figura 11.1** - Corte de pele grossa, onde são observadas a epiderme, de epitélio estratificado pavimentoso queratinizado, e parte da derme, de tecido conjuntivo. D - ducto da glândula sudorípara. HE. Objetiva de 10x (137x).

A **pele** é o maior órgão do corpo. É composta pela **epiderme**, de **epitélio estratificado pavimentoso queratinizado**, e pela **derme**, de **tecido conjuntivo**. Subjacente, unindo-a aos órgãos, há a hipoderme (ou fáscia subcutânea), de tecido conjuntivo frouxo e adiposo.

A pele apresenta diferenças segundo a sua localização.

A **pele grossa** (ou **espessa**) é a pele da palma das mãos e da planta dos pés. Ela sofre um atrito maior e, por isso, possui uma epiderme constituída por várias camadas celulares e por uma camada superficial de queratina bastante espessa. Não possui pelos e glândulas sebáceas, mas as glândulas sudoríparas são abundantes.

A **pele fina** (ou **delgada**) é a pele do restante do corpo. Tem uma epiderme com poucas camadas celulares e uma camada de queratina delgada.

São distinguidos os seguintes **estratos** na **epiderme**: **basal**, **espinhoso**, **granuloso** e **córneo**.

O **estrato basal** (ou **germinativo**) contém as **células-tronco** da epiderme, os **melanócitos** e as **células de Merkel**.

As **células-tronco** originam os **queratinócitos**. Por causa da atividade mitótica e do grande número de células, a pressão é maior nas faces laterais, e as células são colunares. Nelas inicia a síntese dos filamentos de citoqueratina (tonofilamentos).

Os **melanócitos** são células arredondadas com longos prolongamentos, citoplasma claro e núcleo ovoide. Produzem **melanina**, que é introduzida nas células do estrato basal e do estrato espinhoso e protege o material genético da radiação ultravioleta.

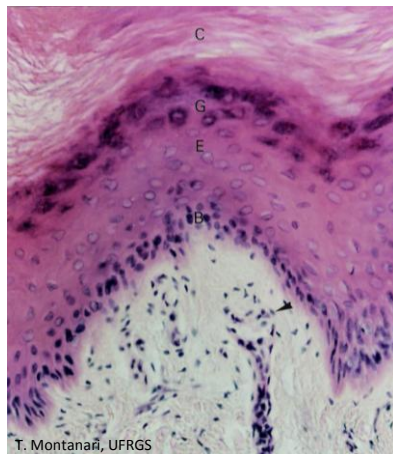
As **células de Merkel** são semelhantes aos melanócitos ao microscópio de luz, mas são mais escassas. São **mecanorreceptores** e formam junções sinápticas com terminações nervosas sensitivas.

Os melanócitos e as células de Merkel diferenciam-se na vida intrauterina, a partir das células da crista neural. No adulto, há células-tronco dos melanócitos nos folículos pilosos, e os melanócitos são capazes de se dividir.

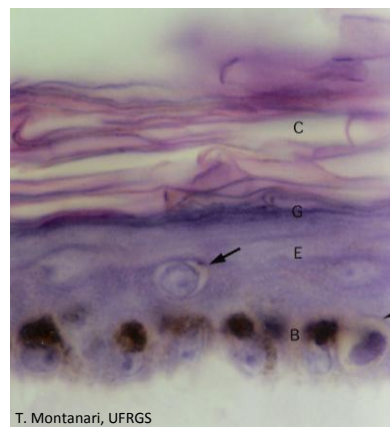
No **estrato espinhoso**, as pressões são mais uniformes, e os queratinócitos são poliédricos. Há uma maior quantidade de filamentos de citoqueratina, e eles se agrupam em tonofibrilas, que conferem eosinofilia ao citoplasma. Os queratinócitos exibem projeções curtas, ligadas por desmossomos às projeções das células adjacentes, o que contribui para a resistência da epiderme ao atrito. No corte histológico, essas pontes intercelulares parecem espinhos. Nesse estrato, são mais facilmente vistas as **células de Langerhans**, que são **células apresentadoras de antígenos**. Originam-se de precursores da medula óssea. Com HE, elas exibem citoplasma claro e núcleo ovoide ou indentado. Os prolongamentos dendríticos são identificados com imunocitoquímica ou impregnação pelo cloreto de ouro.

No **estrato granuloso**, os queratinócitos modificam a expressão gênica, sintetizando citoqueratinas de maior peso molecular e outras proteínas envolvidas na queratinização. Eles são pavimentosos, com **grânulos de querato-hialina**, grânulos basófilos produzidos a partir dos precursores da proteína filagrina. Essa proteína promove a agregação dos tonofilamentos em tonofibrilas e destas em fibrilas de queratina (**queratina mole**). Ainda são formados os **corpos lamelares**, cujos lipídios são excitados para o espaço intercelular, cimentando as células e resultando uma barreira impermeável à água, que impede a dessecação. Essa barreira impede a passagem de nutrientes, e as células degeneram.

A camada de células mortas constitui o **estrato córneo**. As células são pavimentosas, anucleadas e queratinizadas. Esse estrato confere proteção contra o atrito, a invasão de micro-organismos e a perda de água. Sua espessura varia, sendo maior na pele grossa, submetida a mais fricção do que a pele fina.

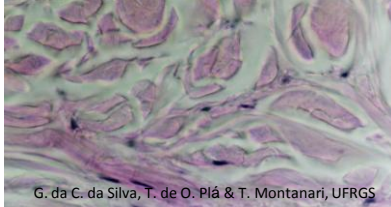


**Figura 11.2** - Pele grossa: epiderme com os estratos basal (B), espinhoso (E), granuloso (G) e córneo (C) e derme papilar, de tecido conjuntivo frouxo com corpúsculos de Meissner (▶). HE. Objetiva de 20x (275x).



T. Montanari, UFRGS

**Figura 11.3** - Epiderme da pele fina, onde são visíveis um melanócito (▶) e a melanina colocada nas células-tronco do estrato basal (B). No estrato espinhoso (E), as pontes intercelulares entre os queratinócitos são perceptíveis, e uma célula de Langerhans é apontada. Esse estrato, o estrato granuloso (G) e o estrato córneo (C) apresentam uma pequena espessura. HE. Objetiva de 100x (1.373x).



G. da C. da Silva, T. de O. Plá & T. Montanari, UFRGS

**Figura 11.4** - Derme reticular, de tecido conjuntivo denso não modelado. Os feixes de fibras colágenas em diferentes direções resistem à tração e consequentemente dão firmeza à pele. HE. Objetiva de 40x (550x).

O limite entre a epiderme e a derme, principalmente na pele grossa, é bastante irregular, devido a projeções da derme para a epiderme (**papilas dérmicas**) e de projeções da epiderme para a derme (**cristas epidérmicas**).

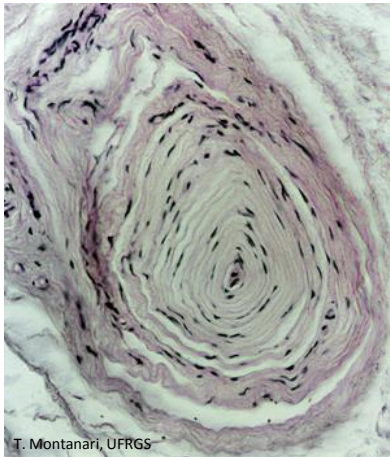
Essas projeções aumentam a área de contato entre a derme e a epiderme, dando maior resistência à pele.

A **derme** é subdividida em: **papilar**, que corresponde às papilas dérmicas e é constituída por **tecido conjuntivo frouxo**, e **reticular**, a maior parte da derme, de **tecido conjuntivo denso não modelado**.

As fibras colágenas dispostas em diferentes sentidos conferem resistência ao estiramento.

As camadas papilar e reticular contêm fibras elásticas, o que dá elasticidade à pele.

A derme contém os anexos cutâneos, os vasos sanguíneos e linfáticos, os nervos e as terminações nervosas sensoriais, que podem ser livres ou encapsuladas.



T. Montanari, UFRGS

**Figura 11.5** - Corpúsculo de Pacini. HE. Objetiva de 20x (275x).

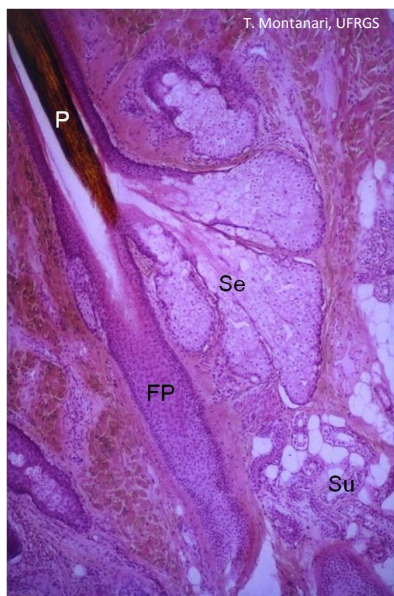
**Terminações nervosas livres** circundam os folículos pilosos (mecanorreceptores), situam-se paralelamente à junção dermo-epidérmica (mecanorreceptores e nociceptores, ou seja, receptores para dor) e penetram a epiderme até o estrato granuloso (receptores táteis de temperatura e de dor).

As **terminações nervosas encapsuladas** estão envolvidas por uma cápsula de tecido conjuntivo. São os corpúsculos de Meissner, os corpúsculos de Pacini, os corpúsculos de Ruffini e os bulbos terminais de Krause.

Os **corpúsculos de Meissner** estão nas papilas dérmicas de áreas sem pelos, como os dedos, a palma das mãos e a planta dos pés. São estruturas alongadas, constituídas por axônios envoltos pelas células de Schwann, dispostos em espiral e contidos em uma cápsula de fibroblastos modificados, contínuos ao endoneuro da fibra nervosa. São mecanorreceptores especializados em responder a pequenas deformações da epiderme.

Os **corpúsculos de Pacini** situam-se na derme profunda e na hipoderme. Estão, por exemplo, nos dedos, na palma das mãos e na planta dos pés. São esféricos ou ovais, com um axônio central e lamelas concêntricas de células de Schwann e, mais externamente, de fibroblastos modificados, contínuos ao endoneuro. Nos cortes histológicos, lembram uma cebola cortada. São mecanorreceptores, detectam pressão e vibrações.

## ANEXOS CUTÂNEOS



**Figura 11.6** - Corte de couro cabeludo, onde são observados o pelo (P) no folículo piloso (FP), as glândulas sebáceas (Se) e as glândulas sudoríparas (Su). HE. Objetiva de 4x (55x).

Os **pelos** desenvolvem-se dos **folículos pilosos**, invaginações da epiderme na derme e na hipoderme. Eles são abundantes na pele fina do couro cabeludo e ausentes em algumas regiões, como na pele grossa da palma das mãos e da planta dos pés.

Associados aos folículos pilosos, em virtude da sua origem, há as **glândulas sebáceas**. Elas são abundantes no couro cabeludo e ausentes na palma das mãos e na planta dos pés. São **glândulas exócrinas alveolares ramificadas holócrinas**. Possuem um **ducto** curto, de **epitélio estratificado pavimentoso**, que desemboca no folículo piloso. Em algumas áreas do corpo, sem pelos, as glândulas sebáceas abrem-se diretamente na superfície epidérmica. O **sebo** é uma secreção oleosa, com restos celulares, que lubrifica a superfície da pele e do pelo, aumentando as características hidrofóbicas da queratina e protegendo o pelo.

As **glândulas sudoríparas** estão distribuídas praticamente por toda a superfície corporal e são abundantes nas regiões palmar e plantar. São **glândulas exócrinas tubulares simples enoveladas merócrinas** (ou **écrinas**). A porção secretora é constituída pelas **células escuras**, produtoras de glicoproteínas, e pelas **células claras**, transportadoras de íons e responsáveis pela secreção aquosa do suor. Ao redor da porção secretora, há **células mioepiteliais**. O **ducto** abre-se na crista epidérmica, de onde a glândula se originou, tem trajeto tortuoso e **epitélio estratificado cúbico**, com células menores e mais escuras que as células da porção secretora. Elas reabsorvem a maior parte dos íons e excretam substâncias, como ureia e ácido láctico. O **suor** é uma solução aquosa, hipotônica, com pH neutro ou levemente ácido, contendo íons de sódio, potássio e cloro, ureia, ácido úrico e amônia. Além da função excretora, as glândulas sudoríparas regulam a temperatura corporal pelo resfriamento em consequência da evaporação do suor.

## QUIZ

## Capítulo 1 - CÉLULA

## 1. Sobre a membrana plasmática:

- A. ? é uma bicamada lipídica com proteínas, glicoproteínas, glicolipídios e proteoglicanas
- B. ? o colesterol é o lipídio mais abundante da membrana
- C. ? o glicocálix é constituído pela porção lipídica da membrana plasmática
- D. ? ao microscópio eletrônico, apresenta-se como uma estrutura bilaminar

## 2. Sobre as junções celulares:

- A. ? as zônulas de oclusão contêm as proteínas transmembranas claudinas e ocludinas
- B. ? os desmossomos contêm as proteínas transmembranas desmogleínas e as desmocollinas
- C. ? filamentos de actina ancoram-se nos desmossomos
- D. ? filamentos de citoqueratina ancoram-se nas zônulas de adesão

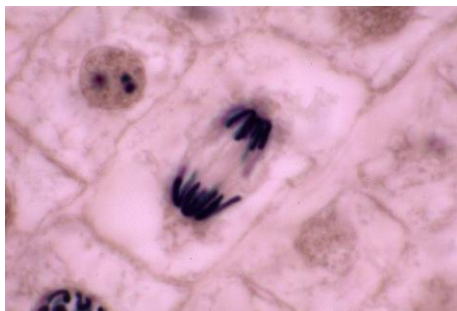
## 3. Sobre as junções celulares:

- A. ? as zônulas de oclusão permitem a troca de informações entre as células
- B. ? os desmossomos, as zônulas de adesão e as interdigitações promovem a adesão entre as células
- C. ? as junções "gap" exercem um efeito selador, sendo uma barreira seletiva à passagem de substâncias por entre as células
- D. ? os hemidesmossomos e os contatos focais estão localizados na superfície lateral das células

## 4. Uma célula especializada em síntese proteica apresenta:

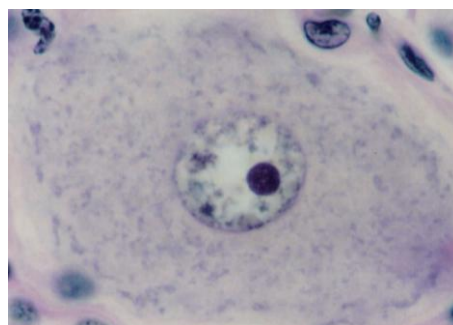
- A. ? citoplasma acidófilo pela abundância em mitocôndrias
- B. ? citoplasma basófilo pela riqueza em retículo endoplasmático rugoso
- C. ? citoplasma claro, não corado, por causa do Golgi proeminente
- D. ? citoplasma basófilo pelo retículo endoplasmático liso bem desenvolvido

## 5. Qual é a fase mitótica mostrada na imagem?



- A. ? prófase
- B. ? metáfase
- C. ? anáfase
- D. ? telófase

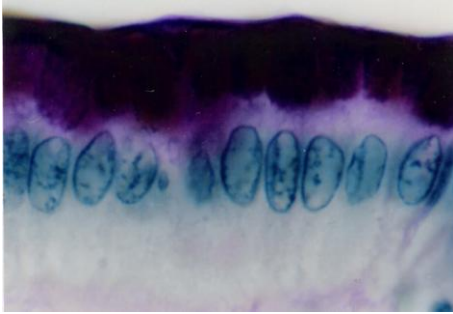
## 6. Os grânulos basófilos presentes no citoplasma do neurônio correspondem a qual organela?



- A. ? mitocôndria
- B. ? retículo endoplasmático liso
- C. ? retículo endoplasmático rugoso
- D. ? complexo de Golgi

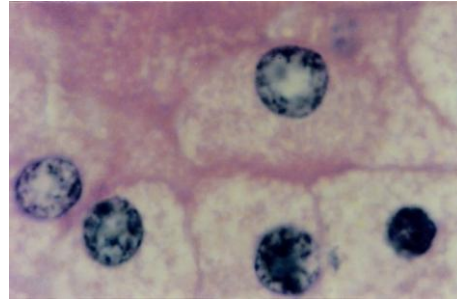


7. Nas células que revestem a luz do estômago, a substância corada em vermelho magenta pelo PAS corresponde a:



- A. ? lipídios
- B. ? proteínas
- C. ? glicosaminoglicanos
- D. ? glicoproteínas

8. As células da adrenal:



- A. ? possuem citoplasma eosinófilo, devido à abundância de retículo endoplasmático rugoso e mitocôndrias
- B. ? possuem citoplasma vacuolizado, por causa da presença de glicogênio
- C. ? realizam transporte de íons
- D. ? sintetizam hormônios esteroides

## Capítulo 2 - TECIDO EPITELIAL

## 1. Sobre o tecido epitelial:

- A. ? as células são justapostas
- B. ? as células exibem polaridade
- C. ? apresenta citoqueratina nas células
- D. ? todas as afirmativas estão corretas

## 2. Quanto à função do tecido epitelial, assinale a alternativa incorreta:

- A. ? o epitélio simples pavimentoso permite o rápido trânsito de substâncias
- B. ? o epitélio estratificado pavimentoso confere proteção contra o atrito
- C. ? o epitélio estratificado pavimentoso queratinizado é uma barreira à entrada de microorganismos e à dessecação
- D. ? o epitélio pseudoestratificado com estereocílios do epidídimo contribui para o transporte dos espermatozoides

## 3. Na classificação de uma glândula como sendo endócrina, considera-se:

- A. ? a preservação da comunicação com o epitélio que lhe deu origem através de ductos
- B. ? a presença de ácinos serosos e mucosos
- C. ? o fato da secreção ser perdida juntamente com a célula
- D. ? a ausência de ductos e a liberação da secreção para vasos sanguíneos

## 4. Sobre a lâmina basal:

- A. ? permite a adesão entre o epitélio e o tecido conjuntivo e é uma barreira de filtração seletiva para as substâncias que se movimentam entre esses dois tecidos
- B. ? as glicoproteínas são o colágeno do tipo III, a laminina e a entactina
- C. ? o colágeno do tipo III polimeriza-se como uma rede
- D. ? as proteoglicanas, devido à carga positiva dos glicosaminoglicanos, retêm água

## 5. A glândula é dita:

- A. ? ramificada, quando seu ducto se ramifica
- B. ? composta, quando a porção secretora se divide
- C. ? alveolar ou tubular quanto à forma da porção secretora
- D. ? simples, quando é formada por uma única camada de células

## 6. Sobre as especializações da superfície das células epiteliais:

- A. ? os estereocílios são encontrados no epitélio do epidídimo, onde promovem o transporte dos espermatozoides
- B. ? as invaginações estão presentes na superfície apical das células transportadoras de íons
- C. ? as placas de membrana são encontradas no epitélio do trato digestório
- D. ? os microvilos aumentam a superfície de absorção

## 7. Sobre as especializações da superfície das células epiteliais:

- A. ? os cílios e os flagelos possuem axonema no seu interior
- B. ? na síndrome de Kartagena, os braços de dineína são ausentes no flagelo dos espermatozoides
- C. ? o axonema tem 9 trincas periféricas de microtúbulos
- D. ? todas as afirmativas anteriores estão corretas

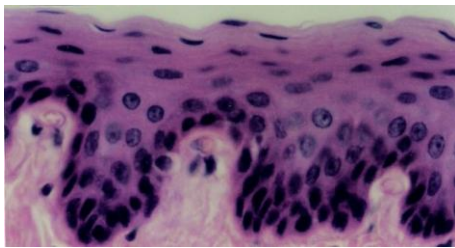
8. A célula caliciforme é exemplo de célula epitelial especializada em:

- A. ? síntese de proteínas
- B. ? síntese de glicoproteínas
- C. ? síntese de hormônios esteroides
- D. ? transporte de íons

9. A célula caliciforme:

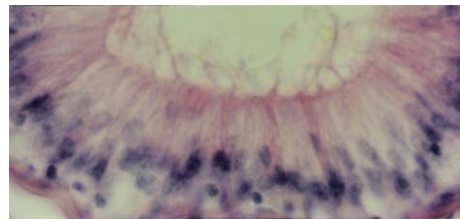
- A. ? produz muco
- B. ? cora-se em magenta pelo PAS
- C. ? é uma glândula unicelular
- D. ? todas as afirmativas anteriores

10. Classifique o epitélio apresentado:



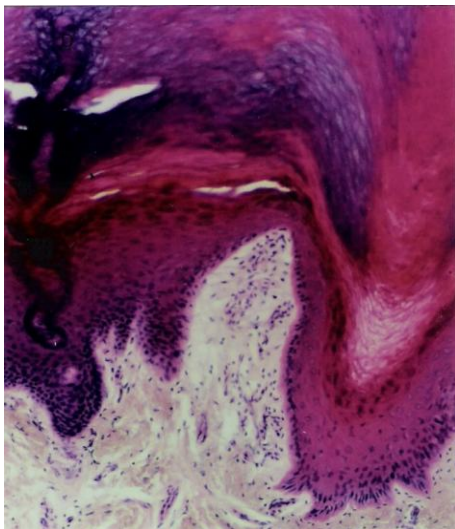
- A. ? estratificado pavimentoso
- B. ? simples pavimentoso
- C. ? de transição
- D. ? estratificado pavimentoso queratinizado

11. Qual é o epitélio do epidídimo?



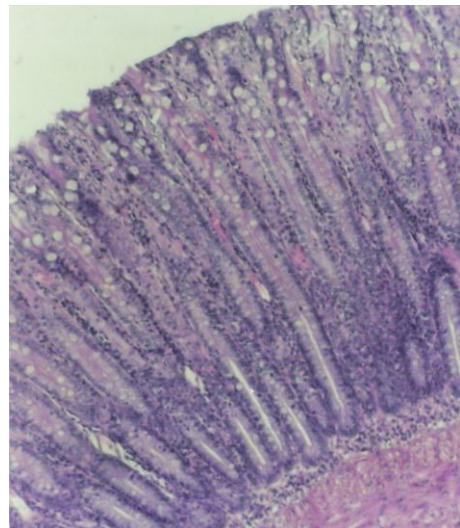
- A. ? simples com microvilos
- B. ? pseudoestratificado colunar ciliado
- C. ? pseudoestratificado colunar com estereocílios
- D. ? estratificado colunar ciliado

12. Classifique o epitélio mostrado:



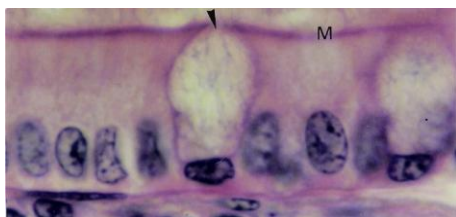
- A. ? simples pavimentoso
- B. ? de transição
- C. ? estratificado pavimentoso
- D. ? estratificado pavimentoso queratinizado

13. Classifique a glândula mostrada:



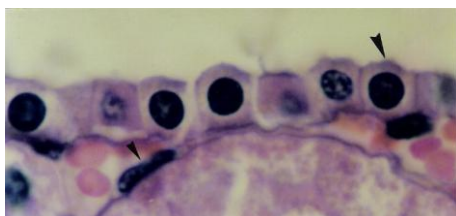
- A. ? glândula endócrina cordonal
- B. ? glândula exócrina tubular simples reta
- C. ? glândula exócrina alveolar ramificada
- D. ? glândula de Lieberkühn

14. Assinale a alternativa incorreta sobre o epitélio mostrado:



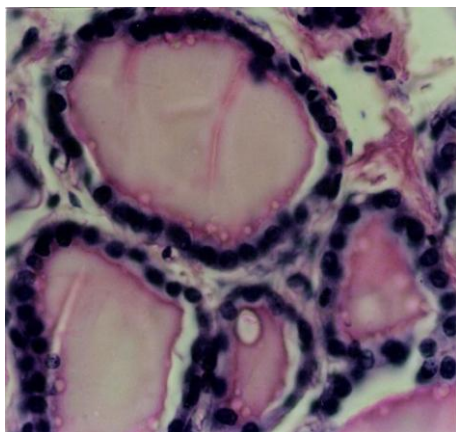
- A. ? a seta indica uma célula caliciforme
- B. ? o M indica microvilos
- C. ? é o epitélio que reveste o intestino
- D. ? epitélio é denominado simples colunar

16. Segundo a sua forma, as células mostradas com seta pequena e seta grande são denominadas respectivamente:



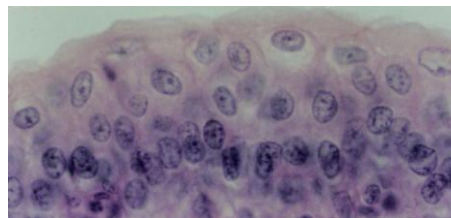
- A. ? pavimentosa e esférica
- B. ? pavimentosa e cúbica
- C. ? alongada e esférica
- D. ? achatada e quadrada

18. Classifique a glândula da fotografia:



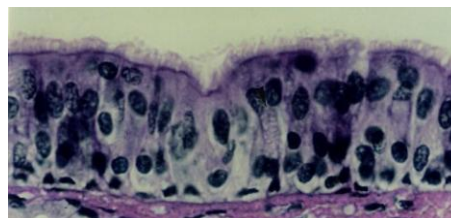
- A. ? glândula exócrina alveolar
- B. ? glândula endócrina vesicular
- C. ? glândula endócrina circular
- D. ? tireoide

15. Denomine o epitélio da fotografia:



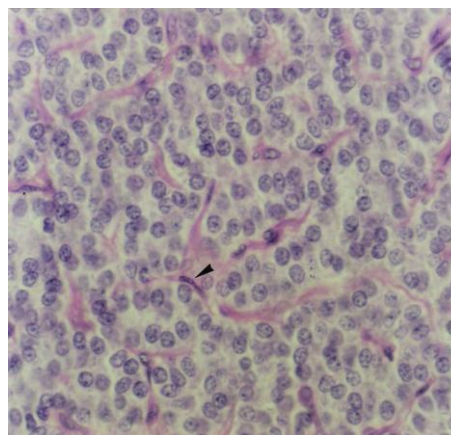
- A. ? epitélio simples cúbico
- B. ? epitélio de transição
- C. ? epitélio estratificado cúbico
- D. ? epitélio pseudoestratificado cúbico

17. Assinale a alternativa incorreta sobre a imagem apresentada:



- A. ? a seta indica a célula caliciforme
- B. ? cílios estão na superfície apical
- C. ? é o epitélio que reveste a traqueia
- D. ? o epitélio é estratificado colunar

19. Qual é a classificação da glândula mostrada?



- A. ? paratireoide
- B. ? glândula exócrina tubular
- C. ? glândula endócrina cordonal
- D. ? glândula exócrina cordonal

### Capítulo 3 - TECIDO CONJUNTIVO

1. Sobre as funções do tecido conjuntivo, assinale a alternativa incorreta:

- A. ? nutrição de outros tecidos
- B. ? sustentação
- C. ? absorção de impactos
- D. ? revestimento

2. Sobre as funções do fibroblasto, assinale a alternativa incorreta:

- A. ? síntese de fibras colágenas
- B. ? síntese de fibras elásticas
- C. ? síntese de fibras reticulares
- D. ? síntese de lâmina basal

3. Os macrófagos:

- A. ? originam os monócitos
- B. ? fagocitam bactérias, substâncias estranhas e restos celulares
- C. ? diferenciam-se no tecido sanguíneo
- D. ? possuem grânulos com heparina, histamina e fator quimiotático dos eosinófilos

4. O tendão é constituído por tecido conjuntivo:

- A. ? frouxo
- B. ? denso modelado
- C. ? denso não modelado
- D. ? mucoso

5. O cordão umbilical é um exemplo de tecido conjuntivo:

- A. ? frouxo
- B. ? adiposo
- C. ? denso não modelado
- D. ? mucoso

6. Das fibras colágenas podemos dizer que:

- A. ? são encontradas na pele, nos tendões e nos ossos
- B. ? são resistentes à tração
- C. ? dão elasticidade ao tecido
- D. ? a e b estão corretas

7. Sobre o tecido adiposo multilocular dizemos que:

- A. ? é assim chamado por suas células conterem numerosas gotículas de lipídios
- B. ? é mais abundante no adulto
- C. ? é especializado na produção de ATP
- D. ? é também denominado tecido adiposo branco

8. Sobre a origem das células sanguíneas:

- A. ? ocorre no tecido sanguíneo
- B. ? a célula-tronco hematopoética pluripotente é o antecessor comum
- C. ? a eritropoetina estimula a produção de eritrócitos em situações de excesso de oxigênio
- D. ? o linfócito B diferencia-se no baço

9. Sobre o linfócito B, assinale a alternativa incorreta:

- A. ? seu núcleo é volumoso e esférico
- B. ? estão presentes no sangue, na linfa e no tecido conjuntivo
- C. ? quando ativado transforma-se em plasmócito
- D. ? é um leucócito granulócito

10. Examinando um esfregaço sanguíneo de um adulto sadio, você espera encontrar com maior frequência, devido à sua maior quantidade, o seguinte leucócito:

- A. ? neutrófilo
- B. ? basófilo
- C. ? eosinófilo
- D. ? linfócito

11. Sobre a cartilagem:

- A. ? seu crescimento é aposicional ou endocondral
- B. ? é classificada em hialina, fibrosa e elástica
- C. ? o pericôndrio da cartilagem fibrosa é de tecido conjuntivo denso
- D. ? a cartilagem elástica possui fibras elásticas além das fibras colágenas (colágeno do tipo I)

12. Sobre a cartilagem hialina, assinale a alternativa errada:

- A. ? tem uma matriz constituída por fibrilas colágenas (colágeno do tipo I), glicosaminoglicanos, proteoglicanas e glicoproteínas
- B. ? absorve impactos devido à sua turgidez
- C. ? é encontrada na traqueia
- D. ? permite o crescimento do indivíduo

13. O disco epifisário:

- A. ? está localizado entre as epífises e a diáfise dos ossos longos
- B. ? é uma placa de cartilagem hialina que produz osso
- C. ? é constituído pelas zonas de cartilagem em repouso, cartilagem seriada, cartilagem hipertrófica, cartilagem calcificada e cartilagem ossificada
- D. ? é ativo durante toda a vida

14. Sobre o tecido ósseo, assinale a alternativa incorreta:

- A. ? é depósito de sais minerais
- B. ? é formado a partir de um molde cartilaginoso (ossificação intramembranosa) ou de uma membrana de conjuntivo (ossificação endocondral)
- C. ? o osso esponjoso possui cavidades com a medula óssea
- D. ? protege o SNC e os órgãos vitais

15. Sobre o tecido ósseo:

- A. ? o osso compacto apresenta os sistemas de Volkmann
- B. ? células osteoprogenitoras, osteoblastos, osteócitos e osteoclastos são variações funcionais do mesmo tipo celular
- C. ? os osteoclastos realizam a remodelação do tecido ósseo
- D. ? a calcificação da matriz óssea envolve o depósito de cristais de hidroximagnetita

16. Examinando um esfregaço de sangue, você encontrou uma célula com núcleo bilobulado e grânulos róseo-avermelhados. Este leucócito é um:

- A. ? neutrófilo
- B. ? basófilo
- C. ? eosinófilo
- D. ? monócito

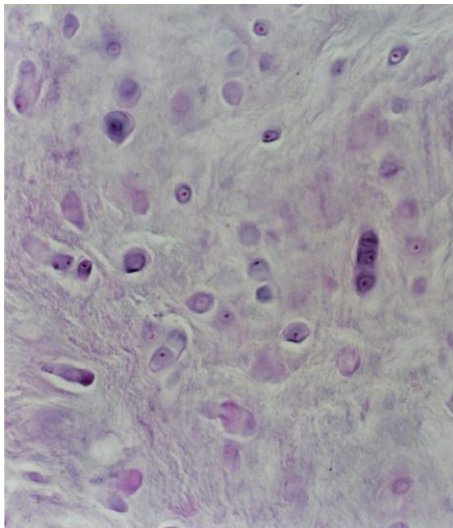
17. As plaquetas:

- A. ? são formadas na medula óssea
- B. ? originam-se a partir da fragmentação do núcleo do megacariócito
- C. ? secretam heparina e evitam a coagulação sanguínea
- D. ? todas as afirmativas estão corretas

18. Os mastócitos:

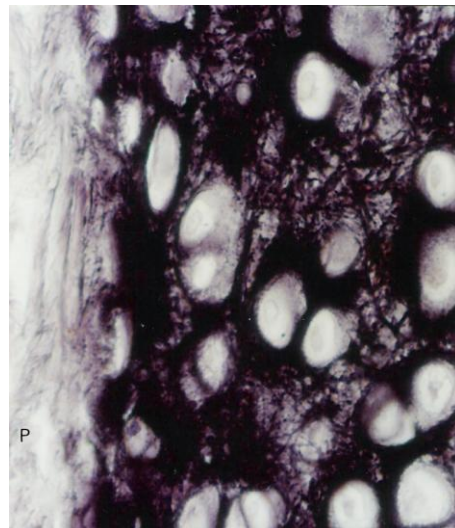
- A. ? são células do sangue
- B. ? possuem grânulos com heparina, histamina e fator quimiotático dos eosinófilos
- C. ? estão envolvidos no choque anafilático
- D. ? b e c estão corretas

19. Qual é o tecido mostrado?



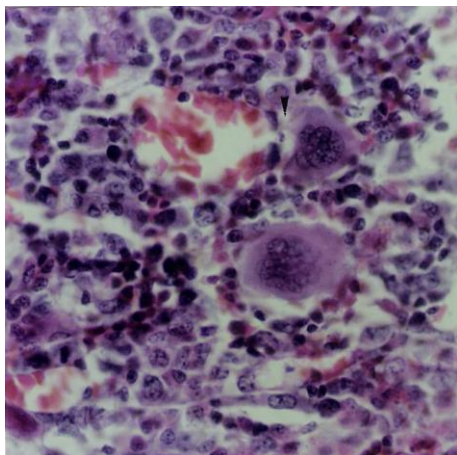
- A. ? tecido mucoso
- B. ? cartilagem hialina
- C. ? cartilagem fibrosa
- D. ? tecido ósseo

20. Qual é o tecido exibido?



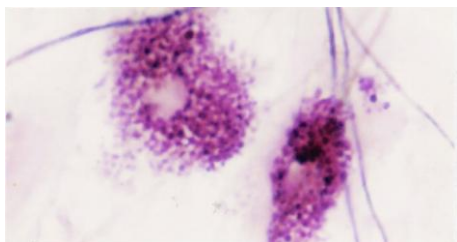
- A. ? tecido reticular
- B. ? tecido elástico
- C. ? cartilagem elástica
- D. ? cartilagem fibrosa

21. Qual é o tecido mostrado na fotografia?



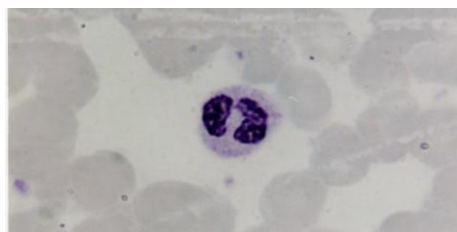
- A. ? conjuntivo frouxo
- B. ? sanguíneo
- C. ? hematopoético
- D. ? cartilaginoso

23. Quais são as células e as fibras mostradas na imagem?



- A. ? granulócitos e fibras elásticas
- B. ? mastócitos e fibras elásticas
- C. ? mastócitos e fibras reticulares
- D. ? eosinófilos e fibras reticulares

25. Qual é a célula exibida no centro da fotografia?



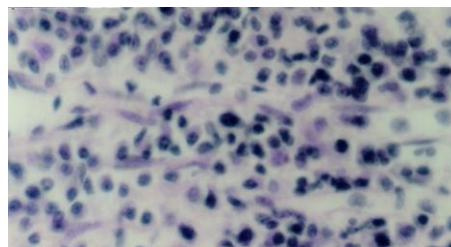
- A. ? neutrófilo
- B. ? monócito
- C. ? basófilo
- D. ? eosinófilo

22. Assinale a alternativa que não corresponde ao que é exibido na fotografia:



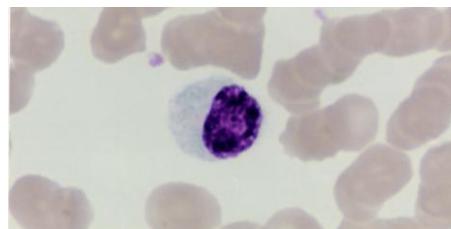
- A. ? osso compacto
- B. ? sistema de Havers
- C. ? canal de Havers, lamelas ósseas, lacunas e canalículos
- D. ? canal de Volkmann, lamelas ósseas e osteócitos

24. Classifique o tecido conjuntivo mostrado:



- A. ? denso modelado
- B. ? denso não modelado
- C. ? frouxo
- D. ? mucoso

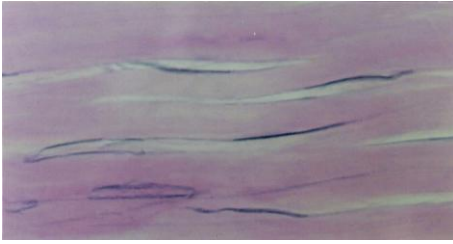
26. Qual é a célula mostrada?



- A. ? basófilo
- B. ? plasmócito
- C. ? monócito
- D. ? linfócito

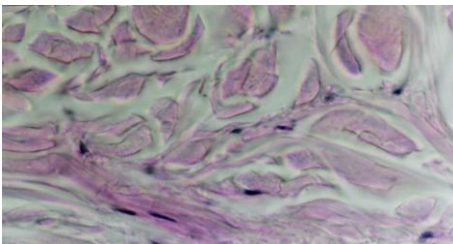


27. Qual é o tecido conjuntivo exibido?



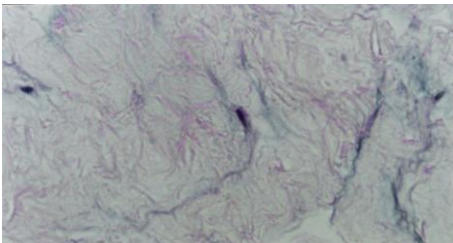
- A. ? denso modelado
- B. ? denso não modelado
- C. ? frouxo
- D. ? mucoso

28. A imagem é do tecido conjuntivo...



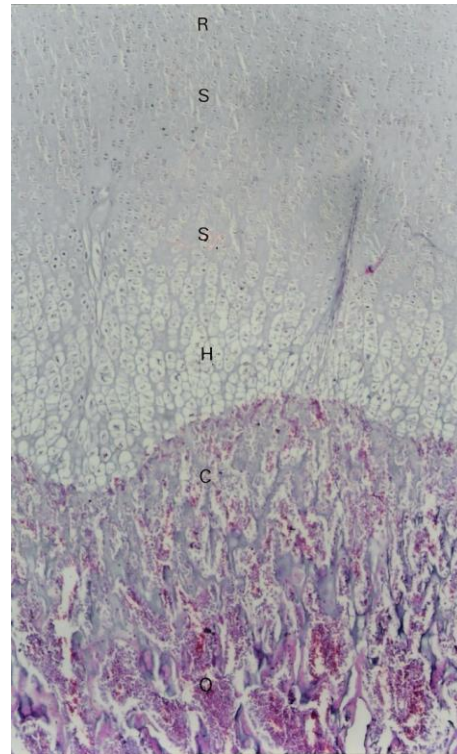
- A. ? denso modelado
- B. ? denso não modelado
- C. ? frouxo
- D. ? mucoso

29. A fotografia é do tecido conjuntivo...



- A. ? frouxo
- B. ? mucoso
- C. ? denso modelado
- D. ? denso não modelado

30. Assinale a alternativa incorreta sobre a imagem exibida:



- A. ? corte do disco epifisário
- B. ? R indica a zona de cartilagem em repouso; S, cartilagem seriada (ou em proliferação); H, cartilagem hipertrófica; C, cartilagem calcificada, e O, zona de ossificação
- C. ? é uma placa de cartilagem hialina que permite o crescimento dos ossos longos até os 20 anos
- D. ? este tipo de ossificação é denominada intracondral

## Capítulo 4 - TECIDO NERVOSO

1. A mielina é produzida por:

- A. ? astrócitos protoplasmáticos na substância cinzenta e astrócitos fibrosos na substância branca
- B. ? oligodendrócitos no sistema nervoso central e células de Schwann no sistema nervoso periférico
- C. ? células da micróglia no sistema nervoso central e células satélites no sistema nervoso periférico
- D. ? todas as afirmativas estão corretas

2. As células de Purkinje são:

- A. ? neurônios do cerebelo
- B. ? neurônios do cérebro
- C. ? neurônios da medula espinhal
- D. ? neurônios dos gânglios sensitivos

3. Dos neurônios que possuem várias projeções dendríticas e uma axônica diz-se que são:

- A. ? pseudounipolares
- B. ? bipolares
- C. ? multipolares
- D. ? motores

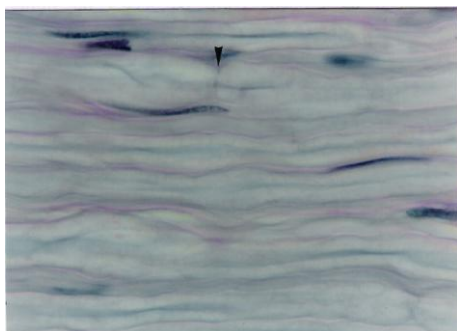
4. Na substância branca do sistema nervoso central, distinguem-se:

- A. ? oligodendrócitos, astrócitos fibrosos e fibras nervosas
- B. ? micróglia, astrócitos protoplasmáticos e fibras nervosas
- C. ? corpos de neurônios, astrócitos fibrosos e micróglia
- D. ? micróglia, células de Schwann e fibras nervosas

5. Sobre o gânglio sensorial:

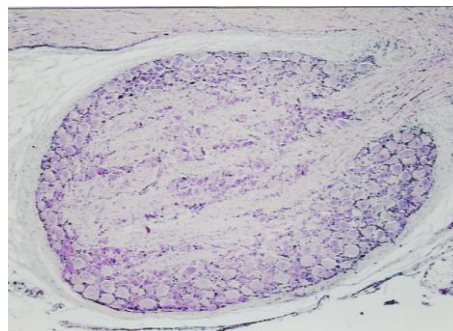
- A. ? possui neurônios pseudounipolares
- B. ? os grânulos basófilos dos neurônios foram denominados corpúsculos de Nissl
- C. ? divide-se em substância cinzenta e substância branca
- D. ? o corpo do neurônio é cercado por células de Schwann

6. O que está sendo apontado na imagem?



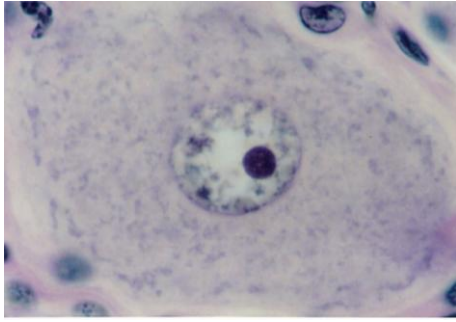
- A. ? sinapse
- B. ? nódulo de Ranvier
- C. ? incisuras de Schmidt-Lantermann
- D. ? internódulo

7. A imagem exibida é de:



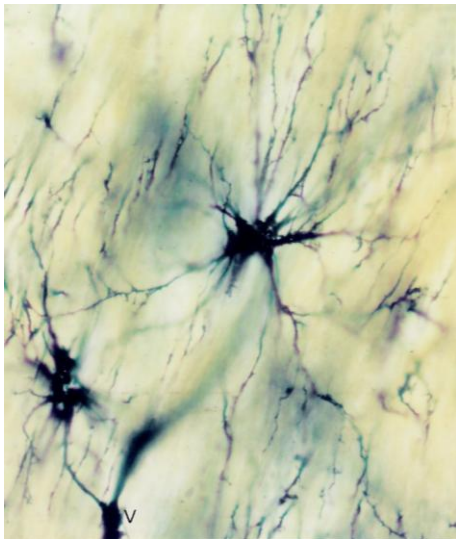
- A. ? cérebro
- B. ? cerebelo
- C. ? medula espinhal
- D. ? gânglio sensitivo

8. Sobre a imagem mostrada, assinale a alternativa incorreta:



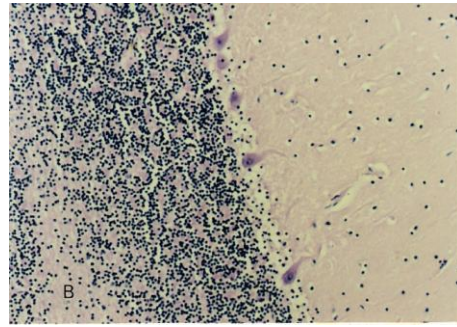
- A. ? trata-se do neurônio pseudounipolar dos gânglios sensitivos
- B. ? os grânulos basófilos foram denominados corpúsculos de Nissl
- C. ? a basofilia do citoplasma está relacionada à abundância de ribossomos
- D. ? o neurônio é cercado por oligodendrócitos

10. Qual é a célula exibida?



- A. ? neurônio
- B. ? micróglia
- C. ? astrócito protoplasmático
- D. ? astrócito fibroso

9. O corte mostrado é de:



- A. ? cérebro
- B. ? cerebelo
- C. ? medula espinal
- D. ? gânglio sensitivo

## Capítulo 5 - TECIDO MUSCULAR

### 1. Sobre a contração muscular:

- A. ? o retículo sarcoplasmático contribui para o controle dos níveis intracelulares de sódio necessário para a contração
- B. ? a presença do íon cálcio no citoplasma é necessária para o relaxamento muscular
- C. ? a tropomiosina quebra o ATP
- D. ? o deslizamento dos filamentos de actina sobre os filamentos de miosina promove o encurtamento do sarcômero

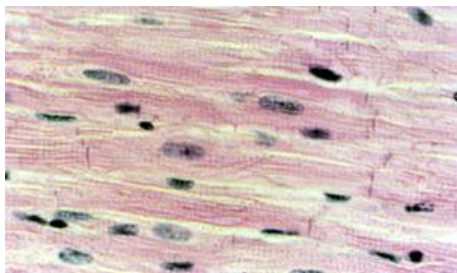
### 2. Sobre os diferentes tipos de músculo, assinale a alternativa incorreta:

- A. ? os músculos estriados esquelético e cardíaco apresentam estriações, devido à disposição dos filamentos de actina e miosina
- B. ? o músculo liso não apresenta estriações, porque não possui actina e miosina
- C. ? o músculo estriado esquelético é voluntário, enquanto o músculo estriado cardíaco e o músculo liso são involuntários
- D. ? as células do músculo estriado esquelético são multinucleadas, com núcleos periféricos, ao passo que as células do músculo liso possuem um núcleo central e as do músculo cardíaco, um ou dois centrais

### 3. Sobre os discos intercalares:

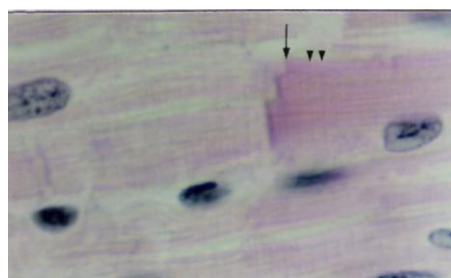
- A. ? são observados ao microscópio de luz como linhas retas ou em escada
- B. ? as interdigitações, os desmossomos e as zônulas de adesão promovem a união das células
- C. ? as junções "gap" permitem a rápida passagem de íons entre as células, promovendo a sincronização da contração das células
- D. ? todas as afirmativas estão corretas

### 4. O corte mostrado é de músculo:



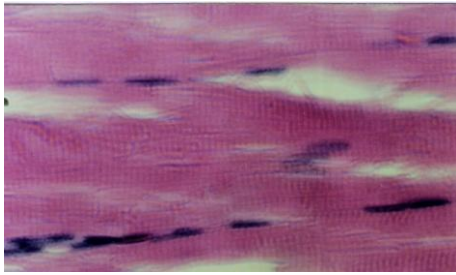
- A. ? estriado cardíaco
- B. ? estriado esquelético
- C. ? liso

### 5. Nessa imagem, a seta e as cabeças de seta indicam respectivamente:



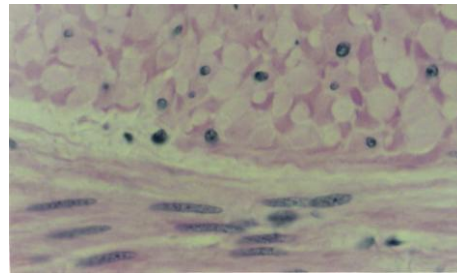
- A. ? a junção entre as células e os discos Z no músculo estriado esquelético
- B. ? o disco intercalar e as linhas Z no músculo estriado cardíaco
- C. ? o disco intercalar e as bandas A
- D. ? o disco intercalar e as bandas I

6. A imagem é de músculo:



- A. ? estriado cardíaco
- B. ? estriado esquelético
- C. ? liso

7. A fotografia exibida corresponde ao músculo...



- A. ? estriado cardíaco
- B. ? estriado esquelético
- C. ? liso

## Capítulo 6 - SISTEMA CIRCULATORIO

## 1. Os capilares:

- A. ? são túbulos delgados, constituídos de endotélio e lâmina própria
- B. ? são um local favorável para o intercâmbio entre o sangue e os tecidos
- C. ? têm ação trombogênica, permitindo a coagulação do sangue circulante
- D. ? todas as afirmativas anteriores estão corretas

## 2. Sobre os tipos de capilares:

- A. ? os capilares contínuos apresentam junções de oclusão entre as células endoteliais
- B. ? em torno da parede dos capilares fenestrados, há macrófagos
- C. ? os capilares sinusoides são tortuosos e de calibre aumentado
- D. ? a e c estão corretas

## 3. A túnica média das artérias de grande calibre:

- A. ? é mais espessa que das veias
- B. ? é rica em material elástico
- C. ? é rica em músculo liso
- D. ? a e b estão corretas

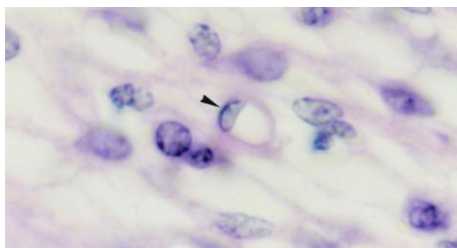
## 4. A túnica adventícia das veias:

- A. ? é mais espessa que das artérias
- B. ? é constituída de tecido conjuntivo denso não modelado e de tecido conjuntivo frouxo
- C. ? é rica em vasos sanguíneos
- D. ? todas as afirmativas anteriores estão corretas

## 5. O sistema vascular linfático:

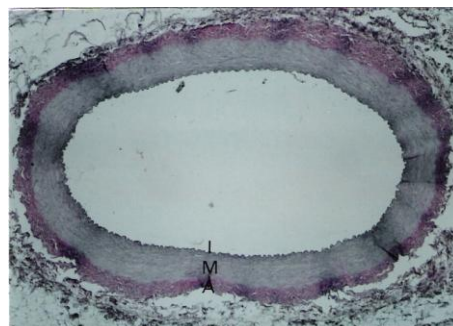
- A. ? permite a circulação dos linfócitos e o transporte dos lipídios
- B. ? é formado pelos capilares linfáticos, vasos linfáticos e ductos linfáticos
- C. ? recolhe o líquido tecidual e o devolve ao sangue
- D. ? todas as afirmativas estão corretas

## 6. A estrutura apontada é:



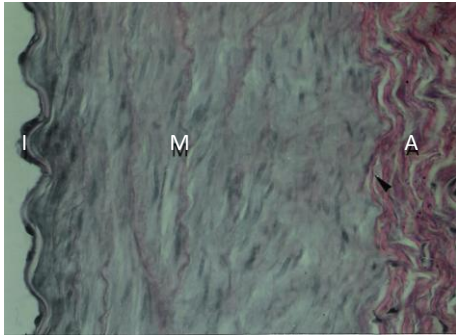
- A. ? arteríola
- B. ? vênula
- C. ? capilar

## 7. Sobre a fotografia:



- A. ? é um corte de uma veia de grande calibre
- B. ? é um corte de uma artéria de médio calibre
- C. ? I indica a túnica interna
- D. ? M é a túnica muscular, e A é a túnica adventícia

8. Assinale a alternativa incorreta sobre a imagem mostrada:



- A. ? aumento maior da parede de uma artéria
- B. ? aumento maior da parede de uma veia
- C. ? a túnica íntima (I) é constituída pelo endotélio, pela camada subendotelial e pela lâmina elástica interna
- D. ? a túnica média (M) é uma camada espessa de músculo liso com fibras elásticas e, apontada pela seta, lâmina elástica externa

## Capítulo 7 - SISTEMA LINFÁTICO

## 1. O tecido linfático:

- A. ? é constituído por células reticulares, fibras reticulares, macrófagos, linfócitos, plasmócitos e células apresentadoras de antígenos
- B. ? é dito nodular quando formam estruturas esféricas chamadas de nódulos linfáticos
- C. ? é o principal constituinte dos órgãos linfóides
- D. ? todas alternativas estão corretas

## 2. Os linfonodos:

- A. ? são aglomerados de linfócitos presentes no tecido conjuntivo de diversos órgãos
- B. ? são órgãos linfóides encapsulados, espalhados pelo corpo
- C. ? filtram a linfa
- D. ? b e c estão corretas

## 3. Os nódulos linfáticos:

- A. ? são aglomerados de linfócitos presentes no tecido conjuntivo de diversos órgãos
- B. ? são órgãos linfóides encapsulados, espalhados pelo corpo
- C. ? filtram a linfa
- D. ? b e c estão corretas

## 4. Sobre o baço:

- A. ? apresenta uma cápsula de tecido conjuntivo frouxo
- B. ? tem linfonodos na polpa branca
- C. ? filtra a linfa
- D. ? produz anticorpos em resposta aos antígenos trazidos pelo sangue

## 5. Sobre o timo:

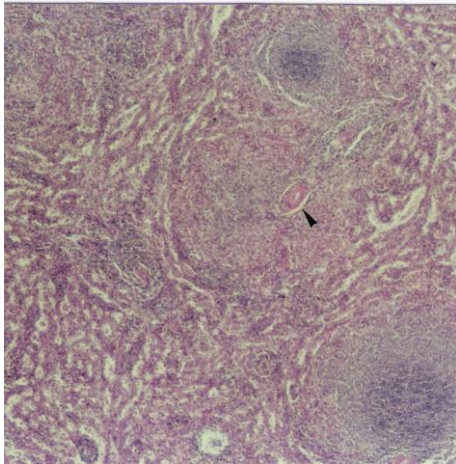
- A. ? é responsável pela diferenciação dos linfócitos T
- B. ? tem corpúsculos de Hassall
- C. ? tem nódulos linfáticos
- D. ? a e b estão corretas

## 6. O baço:

- A. ? está interposto na corrente sanguínea
- B. ? está dividido em polpa branca e polpa vermelha
- C. ? realiza a hemocaterese
- D. ? todas alternativas estão corretas

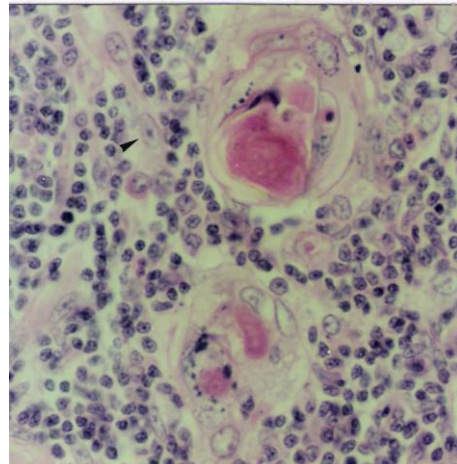


7. Sobre a imagem exibida:



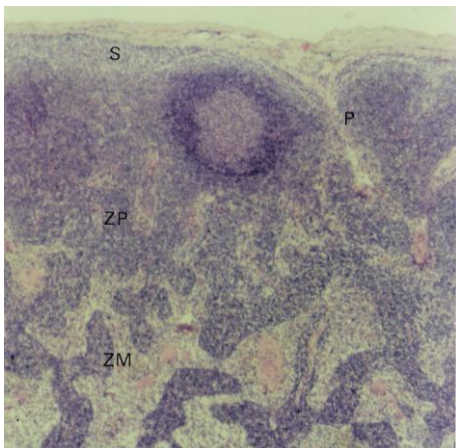
- A. ? é um corte de linfonodo
- B. ? é um corte de baço
- C. ? é um corte de timo
- D. ? a estrutura apontada é um corpúsculo de Hassall

8. Sobre a imagem mostrada:



- A. ? a seta indica células reticulares
- B. ? são mostrados os corpúsculos de Hassall
- C. ? trata-se de um aumento maior do baço
- D. ? corresponde à zona cortical do órgão linfoide

9. Sobre a fotografia do órgão linfoide:



- A. ? é um corte de baço
- B. ? é um corte de linfonodo
- C. ? na zona cortical, há os sinusoides (S) e os seios peritrabeculares (P) e os nódulos linfáticos
- D. ? na zona medular (ZM), o tecido linfoide forma os cordões esplênicos e os seios esplênicos

## Capítulo 8 - SISTEMA DIGESTÓRIO

## 1. As papilas linguais:

- A. ? são saliências na face superior da língua
- B. ? são classificadas em papilas filiformes, fungiformes, circunvaladas e foliadas quanto à sua forma
- C. ? podem possuir botões gustativos
- D. ? todas as afirmativas estão corretas

## 2. A saliva:

- A. ? é produzida pelas glândulas parótidas, submandibulares e sublinguais
- B. ? é secretada pelos ácinos mucosos, serosos e mistos das glândulas salivares, da língua e da cavidade oral
- C. ? contém água, enzimas, como a amilase, glicoproteínas e IgA
- D. ? todas as afirmativas estão corretas

## 3. Em um corte histológico, diferenciamos esôfago de duodeno, porque:

- A. ? no esôfago, o epitélio é estratificado pavimentoso, enquanto, no duodeno, é epitélio simples colunar com microvilos e células caliciformes
- B. ? no primeiro, não há glândulas mucosas, enquanto, no segundo, há
- C. ? no esôfago, visualizamos as fossetas esofágicas, enquanto, no duodeno, encontramos as vilosidades e as glândulas intestinais
- D. ? a e b estão corretas

## 4. As células produtoras de ácido clorídrico no estômago são:

- A. ? células zimogênicas
- B. ? células principais
- C. ? células parietais
- D. ? células mucosas superficiais

## 5. Microvilosidades:

- A. ? são evaginações da mucosa intestinal
- B. ? são especializações da superfície apical da célula que aumentam a área de absorção
- C. ? são projeções da membrana plasmática, com microtúbulos no interior
- D. ? seu batimento auxilia no movimento do muco que recobre o intestino

## 6. Em um corte histológico, diferenciamos o íleo do intestino grosso porque:

- A. ? no íleo, encontramos nódulos linfáticos e, no intestino grosso, não
- B. ? o íleo apresenta vilosidades, enquanto o intestino grosso, não
- C. ? o íleo apresenta glândulas de Brünner, e o intestino grosso, glândulas de Lieberkühn
- D. ? o íleo não possui células caliciformes, que são abundantes no intestino grosso

## 7. O pâncreas:

- A. ? é uma glândula mista, com porções serosas e mucosas
- B. ? a porção exócrina é uma glândula tubuloacinososa composta seromucosa
- C. ? as células centroacinosas são células do ducto estriado que penetram nos ácinos pancreáticos
- D. ? as ilhotas de Langerhans são glândulas endócrinas cordonais, que secretam insulina e glucagon para a corrente sanguínea

8. Sobre as funções dos hepatócitos, assinale a alternativa incorreta:

- A. ? realizam detoxicação através do retículo endoplasmático liso e dos peroxissomos
- B. ? armazenam substâncias, como a glicose em glicogênio
- C. ? destroem hemácias velhas, sendo a hemoglobina utilizada na síntese de bilirrubina
- D. ? sintetizam proteínas plasmáticas no retículo endoplasmático rugoso

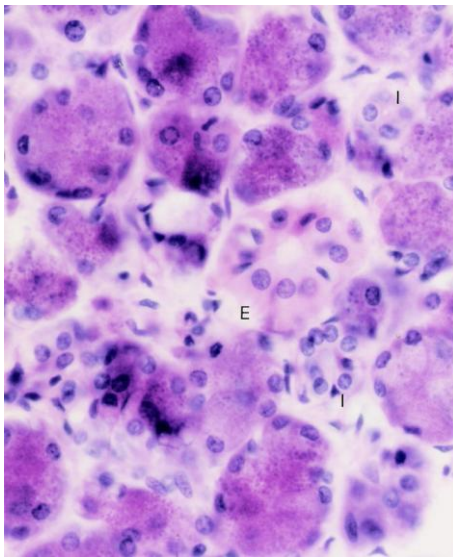
9. Os ácidos biliares:

- A. ? contribuem para a digestão dos alimentos no estômago
- B. ? aumentam o pH do suco gástrico
- C. ? emulsificam os lipídios, facilitando a sua hidrólise pela lipase e posterior absorção pelo epitélio intestinal
- D. ? são sintetizados a partir da bilirrubina

10. A vesícula biliar:

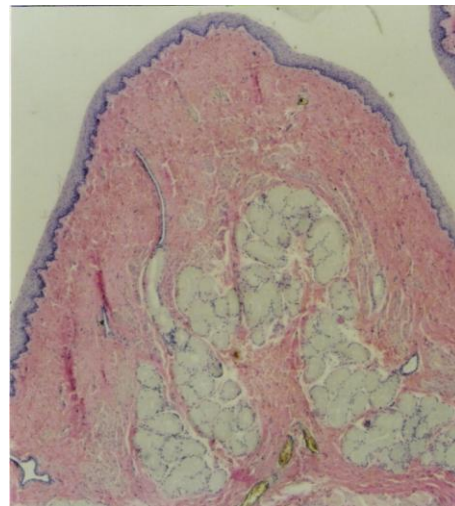
- A. ? armazena e concentra a bile
- B. ? é revestida por epitélio simples colunar com microvilosidades
- C. ? produz a bile que é secretada para o fígado
- D. ? a e b estão corretas

11. Sobre a imagem mostrada:



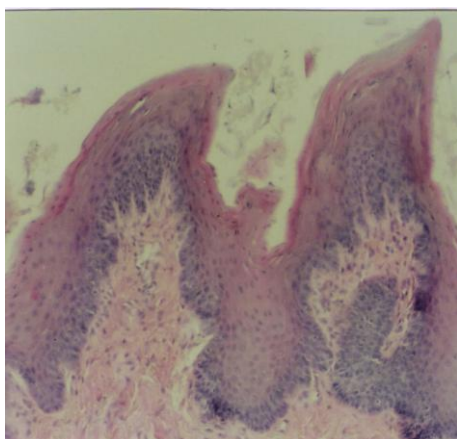
- A. ? corte da glândula sublingual
- B. ? contém ácinos serosos e ductos intercalares (I) e estriado (E)
- C. ? a secreção dessas células é rica em glicoproteínas
- D. ? a glândula é tubuloacinoso seromucosa composta

12. Qual é o órgão mostrado?



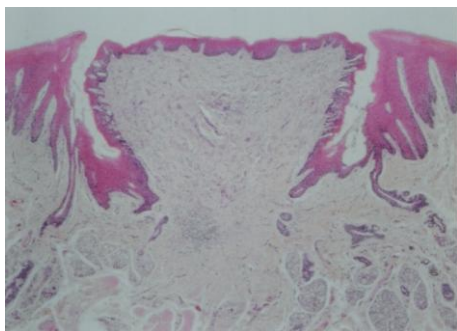
- A. ? língua
- B. ? esôfago
- C. ? estômago
- D. ? duodeno

13. Quais são as papilas linguais mostradas?



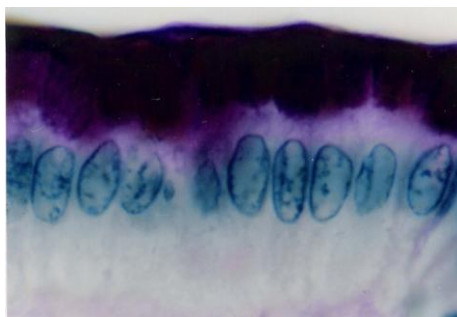
- A. ? filiformes
- B. ? fungiformes
- C. ? foliadas
- D. ? circunvaladas

15. A imagem é um corte de papila...



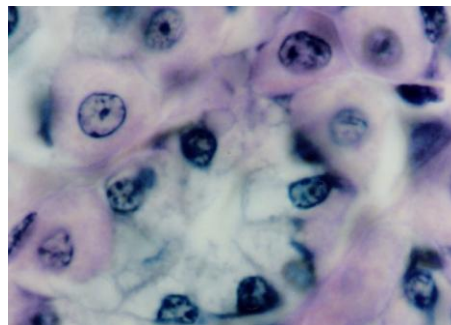
- A. ? filiforme
- B. ? fungiforme
- C. ? foliada
- D. ? circunvalada

17. Sobre a imagem exibida, assinale a alternativa incorreta:



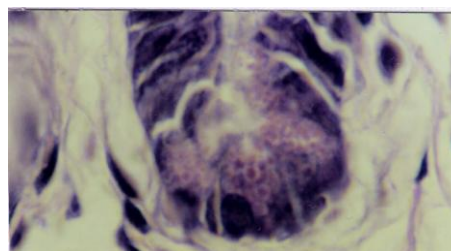
- A. ? é o epitélio de revestimento do estômago
- B. ? são as células mucosas superficiais
- C. ? as glicoproteínas produzidas coram-se pelo PAS
- D. ? as células secretam muco e suco gástrico

14. Sobre a fotomicrografia exibida:



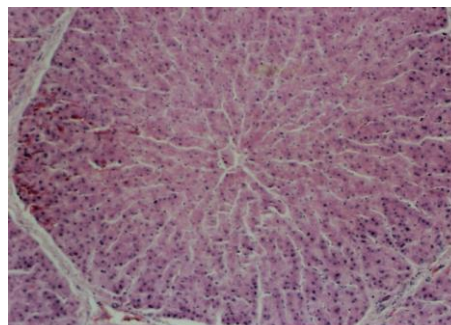
- A. ? é um corte transversal da glândula do estômago
- B. ? as células oxínticas ou principais são aquelas com citoplasma eosinófilo e núcleo central
- C. ? as células zimogênicas ou parietais produzem enzimas, como o pepsinogênio
- D. ? todas as afirmativas estão corretas

16. Sobre a imagem apresentada, assinale a alternativa incorreta:



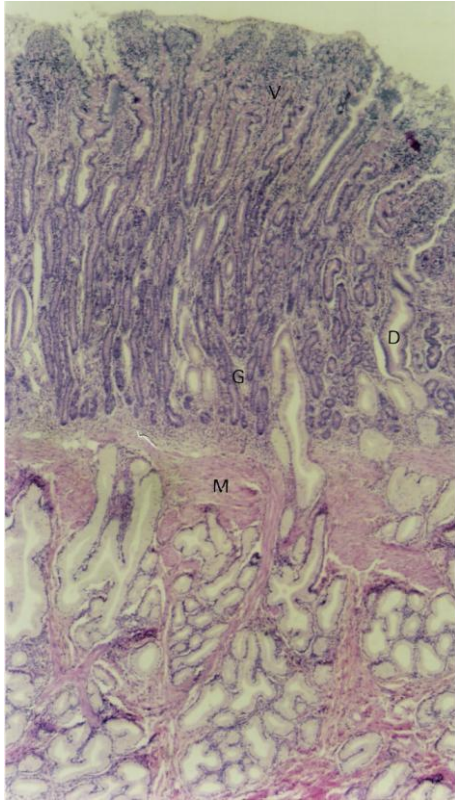
- A. ? base da glândula de Lieberkühn
- B. ? são as células de Paneth
- C. ? os grânulos de secreção contêm lisozima, que controla a flora intestinal
- D. ? essas células são também denominadas enterócitos

18. Sobre a imagem mostrada:



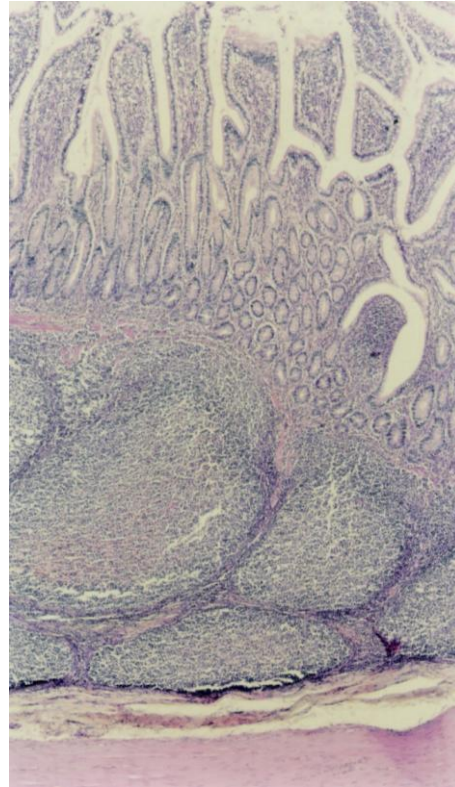
- A. ? é um hepatócito
- B. ? é um lóbulo esplênico
- C. ? é um corte de fígado de porco
- D. ? o sangue corre da vênula centrolobular para os espaços porta, através dos sinusoides

19. Qual é o órgão apresentado?



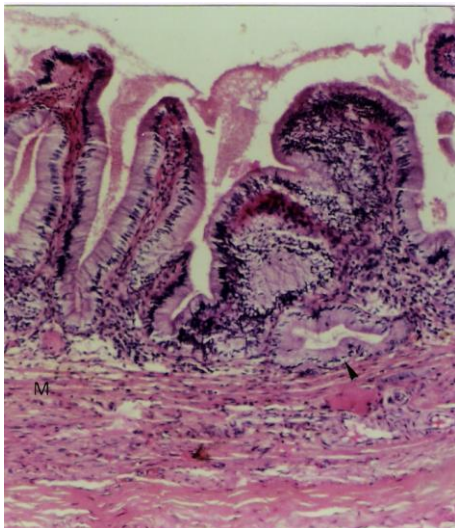
- A. ? duodeno
- B. ? jejuno
- C. ? íleo
- D. ? intestino grosso

20. Qual é o órgão da fotomicrografia?



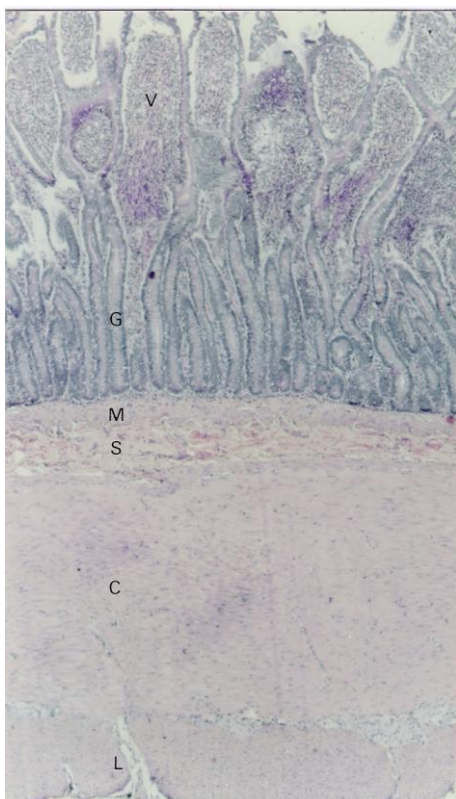
- A. ? duodeno
- B. ? jejuno
- C. ? íleo
- D. ? intestino grosso

21. A fotomicrografia é um corte de:



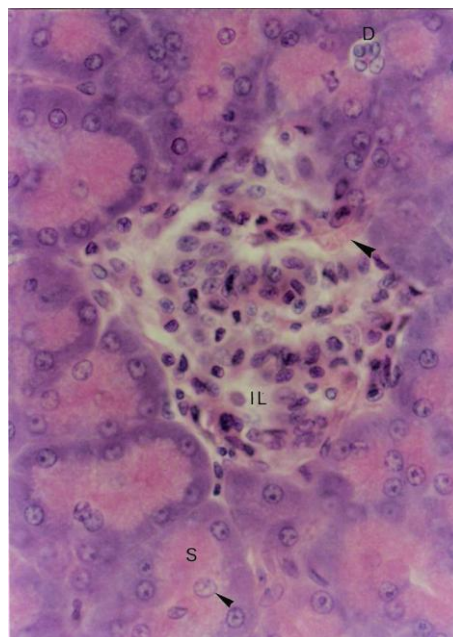
- A. ? jejuno
- B. ? intestino grosso
- C. ? vesícula biliar
- D. ? íleo

22. Sobre a imagem mostrada:



- A. ? corte de intestino grosso
- B. ? V indica os vilos, enquanto G, as glândulas de Lieberkühn
- C. ? M indica a mucosa, e S, a serosa
- D. ? C indica a subcamada circular, e L, a subcamada longitudinal de músculo liso

23. Sobre a imagem:



- A. ? corte de parótida
- B. ? IL indica a ilhota de Lanhergans, que produz insulina e glucagon
- C. ? S aponta os ácidos serosos, que produzem enzimas digestivas
- D. ? através dos ductos (D) as enzimas são liberadas no jejuno

## Capítulo 9 - SISTEMA RESPIRATÓRIO

1. Assinale a alternativa incorreta:

- A. ? o vestíbulo da cavidade nasal e as cordas vocais verdadeiras são revestidas por epitélio estratificado pavimentoso
- B. ? os brônquios e os bronquíolos possuem cartilagem hialina
- C. ? a nasofaringe é revestida por epitélio pseudoestratificado colunar ciliado com células caliciformes
- D. ? a epiglote possui cartilagem elástica

2. O epitélio respiratório é:

- A. ? simples pavimentoso
- B. ? simples colunar com microvilosidades e células caliciformes
- C. ? pseudoestratificado colunar ciliado com células caliciformes
- D. ? estratificado pavimentoso

3. O sentido do olfato tem lugar no(a):

- A. ? no vestíbulo das fossas nasais
- B. ? na área respiratória das fossas nasais
- C. ? na área olfatória das fossas nasais
- D. ? na nasofaringe

4. As trocas gasosas:

- A. ? ocorrem na área respiratória das fossas nasais
- B. ? ocorrem no epitélio respiratório
- C. ? ocorrem nos alvéolos
- D. ? b e c estão corretas

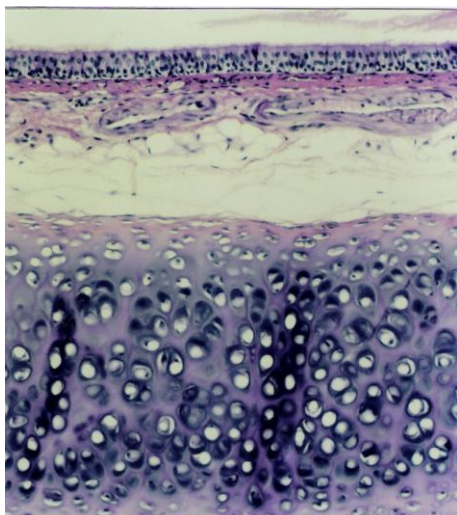
5. A surfactante é produzida pelos(as):

- A. ? células de poeira
- B. ? células mucosas alveolares
- C. ? pneumócitos do tipo I
- D. ? pneumócitos do tipo II

6. Sobre a traqueia:

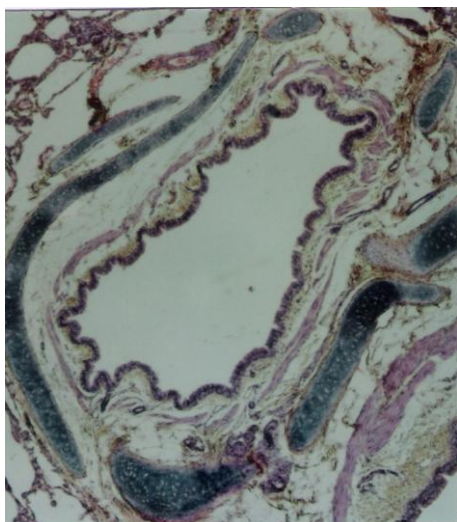
- A. ? as células caliciformes do epitélio secretam glicolipídios que retêm as partículas de poeira
- B. ? os cílios do epitélio deslocam o muco com as partículas retidas para os pulmões
- C. ? possui peças de cartilagem em forma de C para manter aberta a passagem para o ar
- D. ? músculo estriado esquelético liga as extremidades da cartilagem, o que é importante para a tosse

7. Sobre a imagem mostrada:



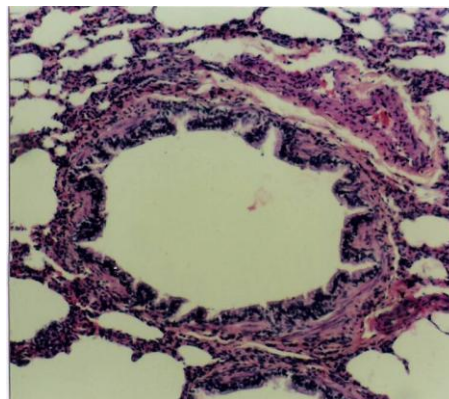
- A. ? corte de traqueia
- B. ? o epitélio é estratificado colunar ciliado
- C. ? no tecido conjuntivo subjacente ao epitélio, aparecem glândulas seromucosas
- D. ? a cartilagem é do tipo elástico

9. O corte mostrado é de:



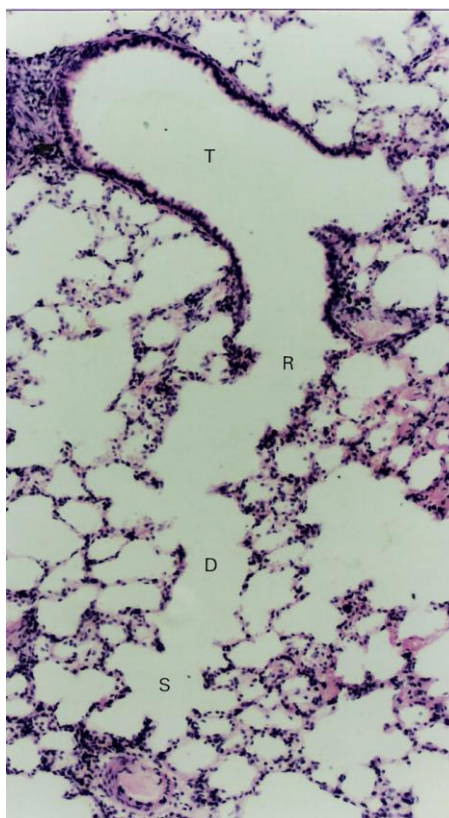
- A. ? traqueia
- B. ? brônquio
- C. ? bronquíolo
- D. ? alvéolo

8. A fotomicrografia é de:



- A. ? traqueia
- B. ? brônquio
- C. ? bronquíolo
- D. ? alvéolo

10. Sobre a imagem mostrada, assinale a alternativa errada:



- A. ? corte de pulmão
- B. ? bronquíolo terminal (T), cujo epitélio é simples cúbico ciliado, com células calciformes
- C. ? o bronquíolo respiratório (R) conduz o ar e já realiza trocas gasosas
- D. ? o ducto alveolar (D) e o saco alveolar (S) possuem epitélio simples pavimentoso que facilita a difusão de oxigênio para o sangue



## Capítulo 10 - SISTEMA URINÁRIO

1. O corpúsculo renal (ou de Malpighi) é formado por:

- A. ? glomérulo, cápsula de Bowman, túbulos contorcidos proximais e distais
- B. ? glomérulo, folhetos visceral e parietal da cápsula de Bowman e espaço capsular
- C. ? glomérulo, folhetos visceral e parietal da cápsula de Bowman, espaço capsular e células justaglomerulares
- D. ? glomérulo, folhetos visceral e parietal da cápsula de Bowman, espaço capsular e mácula densa

2. No rim:

- A. ? a zona medular possui corpúsculos de Malpighi
- B. ? ocorre a formação da urina a partir de um filtrado do sangue
- C. ? a mácula densa é uma diferenciação da túnica média da arteríola aferente
- D. ? os macrófagos são denominados de podócitos

3. Assinale a alternativa correta:

- A. ? o néfron é constituído por corpúsculo renal, túbulo proximal, alça de Henle, túbulo distal e tubo coletor
- B. ? a alça de Henle é constituída em sua totalidade por células cúbicas
- C. ? as células do túbulo contorcido distal apresentam microvilosidades e invaginações
- D. ? as células mesangiais eliminam os resíduos do filtrado que ficam entre os capilares do glomérulo

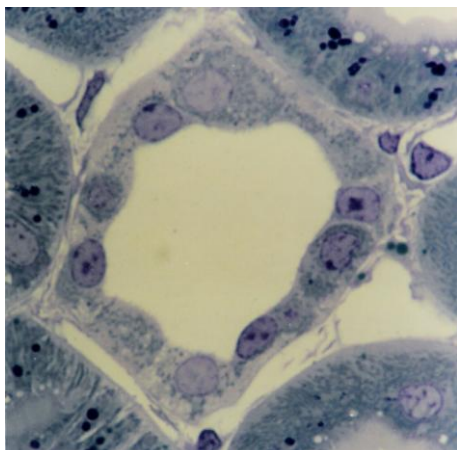
4. O epitélio da bexiga:

- A. ? é pseudoestratificado colunar
- B. ? é de transição
- C. ? é estratificado pavimentoso
- D. ? difere do epitélio do ureter

5. Comparando o túbulo contorcido proximal com o distal, assinale a alternativa incorreta:

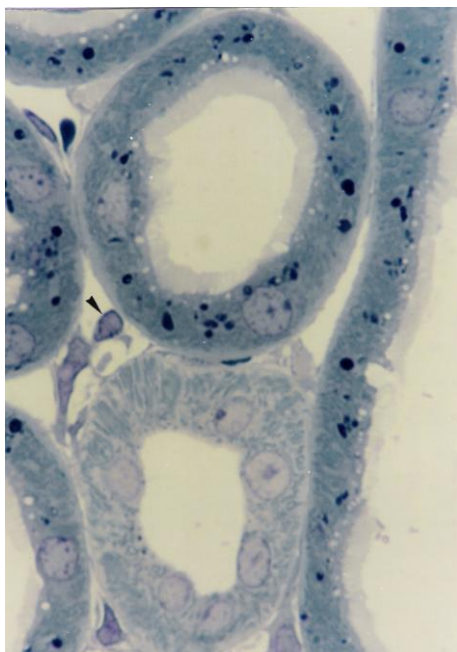
- A. ? o primeiro tem microvilos, e o segundo não
- B. ? o túbulo proximal realiza a absorção de glicose, aminoácidos e cerca de 85% de NaCl do filtrado, enquanto o distal limita-se ao transporte de íons
- C. ? há uma maior presença de invaginações e mitocôndrias no túbulo distal, o que faz com os núcleos sejam empurrados para a parte apical das células
- D. ? a parede do túbulo proximal adjacente ao corpúsculo renal modifica-se na mácula densa

6. A fotomicrografia mostrada é de:



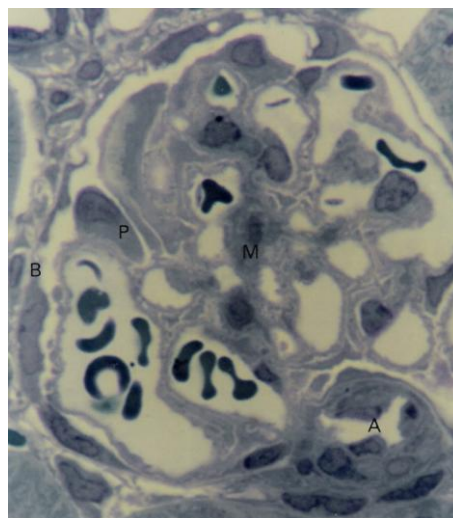
- A. ? túbulo proximal
- B. ? túbulo distal
- C. ? parte espessa da alça de Henle
- D. ? tubo coletor

8. Assinale a alternativa incorreta:



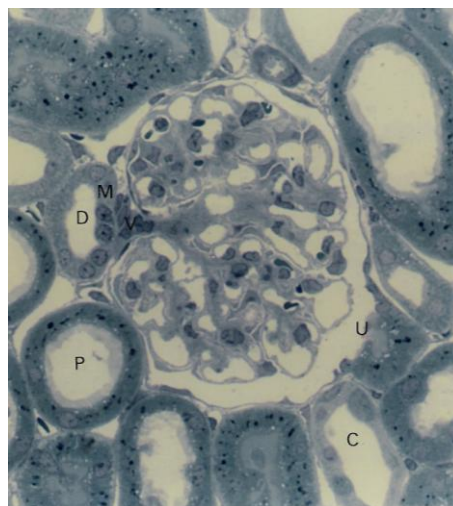
- A. ? o túbulo superior é o contorcido distal, enquanto o inferior é o proximal
- B. ? a presença de microvilos no túbulo de cima aumenta a superfície para absorção de substâncias, como glicose, aminoácidos, NaCl e água
- C. ? no túbulo de baixo, há uma maior quantidade de invaginações e mitocôndrias para o transporte de íons
- D. ? a seta indica um capilar no interstício

7. Sobre o corte semifino corado com azul de toluidina:



- A. ? é o corpúsculo de Hassall
- B. ? o B indica o folheto visceral da cápsula de Bowman
- C. ? os podócitos (P) contribuem para a filtração do sangue
- D. ? os macrófagos (M) estão entre os capilares

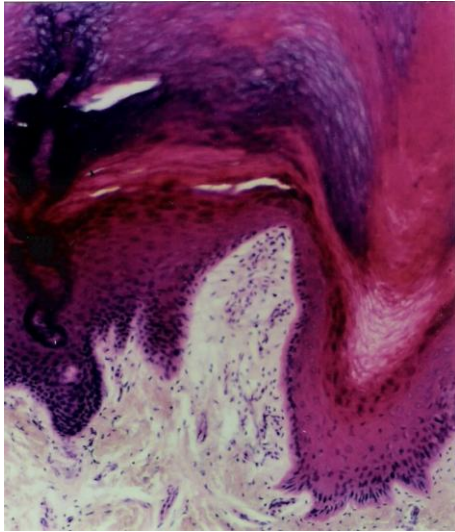
9. Sobre a imagem mostrada, assinale a alternativa errada:



- A. ? U indica o pólo urinário do corpúsculo renal, ou seja, por onde sai a urina formada
- B. ? C é o tubo coletor, já que possui células claras e escuras
- C. ? o túbulo contorcido proximal (P) tem microvilos para aumentar a superfície de absorção
- D. ? a parede do túbulo contorcido distal (D) adjacente ao corpúsculo diferencia-se na mácula densa (M).

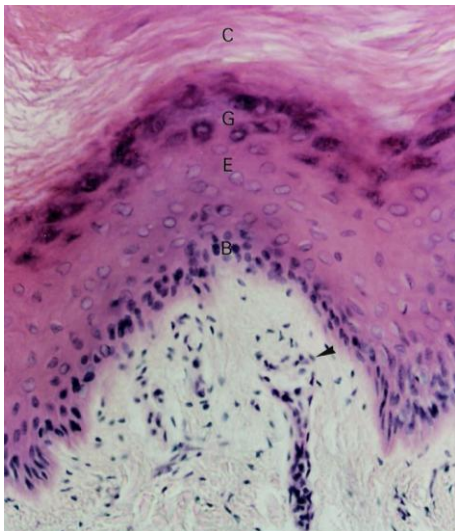
Capítulo 11 - SISTEMA TEGUMENTAR

1. A fotomicrografia é de:



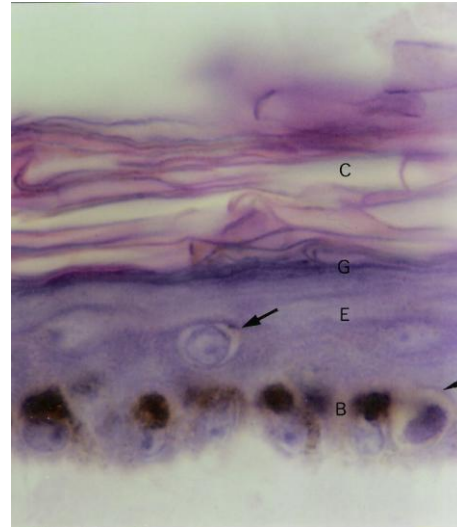
- A. ? pele fina
- B. ? pele grossa
- C. ? couro cabeludo

3. Sobre a imagem mostrada, assinale a alternativa errada:



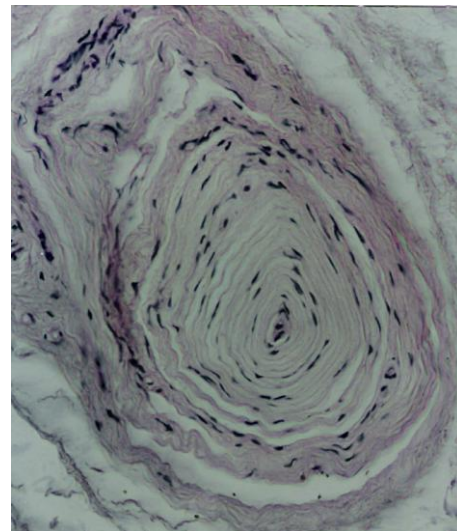
- A. ? corte de pele grossa
- B. ? derme reticular de tecido conjuntivo frouxo, subjacente ao epitélio
- C. ? camada granulosa (G) com grânulos de querato-hialina nas células
- D. ? corpúsculo de Meissner apontado com a cabeça de seta

2. Assinale a alternativa incorreta:



- A. ? corte de pele fina
- B. ? melanina sobre o núcleo das células-tronco da camada basal (B)
- C. ? camada córnea (C) espessa
- D. ? célula de Langerhans apontada com a seta na camada espinhosa (E)

4. O corte mostrado é de:



- A. ? corpúsculo de Ruffini
- B. ? corpúsculo de Meissner
- C. ? corpúsculo de Pacini
- D. ? corte transversal de pelo

5. Sobre a imagem mostrada, assinale a alternativa errada:



- A. ? corte de couro cabeludo
- B. ? glândula sudorípara (Su) é uma glândula exócrina tubular simples enovelada
- C. ? glândula sebácea (Se) é uma glândula exócrina alveolar ramificada apócrina
- D. ? pelo (P) no folículo piloso (FP)

## PREENCHER LACUNAS

Preencha as lacunas e clique em "Check" para correção. Se tiver dúvidas, clique em "Hint" para obter a letra inicial da palavra ou em "[?]" para obter uma pista.

### Capítulo 1 - CÉLULA

- 1) O microscópio de luz possui três sistemas de lentes: \_\_\_\_\_ [?], que concentra a luz e projeta como um cone sobre o objeto em estudo, \_\_\_\_\_ [?] e \_\_\_\_\_ [?], que ampliam a imagem.
- 2) Para o preparo das lâminas histológicas, primeiro o órgão deve ser fixado, por exemplo, por [?], depois é desidratado em uma série alcoólica crescente e em xilol e é impregnado e incluído em parafina (ou outra resina). Os cortes podem ser corados por \_\_\_\_\_ [?] e \_\_\_\_\_ [?], que cora o núcleo em roxo e o citoplasma em rosa, respectivamente. Para corar glicídios, realiza-se a técnica \_\_\_\_\_ [?] e para corar lipídios, realiza-se a técnica \_\_\_\_\_ [?].
- 3) Numa célula especializada na síntese de proteínas, devido à abundância de ribossomos, o citoplasma é \_\_\_\_\_ [?], já que tem afinidade pelo corante hematoxilina. Por outro lado, células com riqueza em organelas membranosas, como aquelas que sintetizam lipídios ou transportam íons, têm citoplasma \_\_\_\_\_ [?], segundo a afinidade ao corante eosina.
- 6) A membrana plasmática é uma bicamada lipídica (fosfolipídios e \_\_\_\_\_ [?]) com proteínas e carboidratos associados. A porção glicídica das glicoproteínas, dos glicolipídios e das proteoglicanas da membrana plasmática compõem o \_\_\_\_\_ [?]. Além da caracterização imunológica da célula, ele permite o reconhecimento e a adesão entre as células, a retenção de partículas na superfície e a proteção da célula contra danos químicos e físicos.
- 7) [?] é o processo de entrada de material na célula. Pode ser denominado \_\_\_\_\_ [?] quando envolve a formação de pequenas vesículas para a entrada de pequenos solutos dissolvidos no fluido. Se consistir na ingestão de microorganismos ou células velhas é chamado \_\_\_\_\_ [?].
- 8) A passagem de substâncias pela membrana a favor de um gradiente de concentração e elétrico não implica em gasto de energia. É o transporte \_\_\_\_\_ [?]. Pode se dar pela difusão simples ou, quando envolve a participação de proteínas transportadoras, pela difusão \_\_\_\_\_ [?].
- 9) As zônulas de \_\_\_\_\_ [?], os \_\_\_\_\_ [?] e as interdigitações promovem a adesão entre as células, enquanto os [?] e os contatos focais promovem a adesão entre a célula e a matriz extracelular. As junções \_\_\_\_\_ [?] permitem a passagem de pequenas substâncias de uma célula para outra, mas as zônulas de \_\_\_\_\_ [?] formam uma barreira seletiva à passagem de substâncias entre as células.

### Capítulo 2 – TECIDO EPITELIAL

- 1) As células epiteliais dos vasos sanguíneos (endotélio) são \_\_\_\_\_ [?] quanto à forma, o que facilita a passagem de gases e nutrientes. Por possuírem uma maior quantidade de organelas, as células dos túbulos renais são \_\_\_\_\_ [?], e as células do epitélio do intestino são \_\_\_\_\_ [?].
- 2) Para aumentar a superfície de absorção, as células do intestino possuem, na superfície apical, \_\_\_\_\_ [?], e as células do epidídimo apresentam \_\_\_\_\_ [?]. Nas células do

epitélio da traqueia, há \_\_\_\_\_ [?], cujo batimento remove as partículas de poeira. Para a sua motilidade, os espermatozoides têm \_\_\_\_\_ [?].

3) Dos componentes da lâmina basal, o \_\_\_\_\_ [?] é responsável pela sua estrutura semelhante a uma rede; a \_\_\_\_\_ [?], pela sua ligação às células, e as \_\_\_\_\_ [?], pela sua carga negativa. A lâmina basal permite a adesão entre o epitélio e o \_\_\_\_\_ [?] e a filtração de substâncias entre esses dois tecidos.

### Capítulo 3 – TECIDO CONJUNTIVO

1) As fibras \_\_\_\_\_ [?] conferem resistência à tração, enquanto as fibras \_\_\_\_\_ [?] dão elasticidade ao tecido. Os glicosaminoglicanos e as proteoglicanas, devido à sua carga negativa, atraem íons de \_\_\_\_\_ [?] e, conseqüentemente, água, o que torna a matriz extracelular viscosa e túrgida, dificultando a migração de microorganismos e absorvendo impactos.

2) A \_\_\_\_\_ [?] hematopoética pluripotente é responsável pela formação de todas as células sanguíneas. A diferenciação em um determinado tipo de célula depende de glicoproteínas produzidas pelo estroma da \_\_\_\_\_ [?] ou de outros órgãos. Por exemplo, a \_\_\_\_\_ [?], secretada principalmente no rim, estimula a produção de hemácias, e a \_\_\_\_\_ [?], secretada principalmente no fígado, estimula a produção de plaquetas. Outras substâncias são as \_\_\_\_\_ [?] (IL) e o \_\_\_\_\_ [?] (CSF). Diferentes \_\_\_\_\_ [?] (CFU) são originadas. Elas proliferam, e suas células-filhas, além de sofrerem mitoses, diferenciam-se. Na eritropoese, a CFU-E forma os \_\_\_\_\_ [?], que, por sua vez, originam os eritroblastos, onde há intensa síntese de hemoglobina, o que torna o citoplasma \_\_\_\_\_ [?]. O núcleo torna-se \_\_\_\_\_ [?] e é extrusado da célula.

3) Na osteoporose, os ossos tornam-se finos e sujeitos à fratura, porque a reabsorção de matriz óssea pelos \_\_\_\_\_ [?] é maior do que a deposição pelos \_\_\_\_\_ [?].

4) O colágeno do tipo \_\_\_\_\_ [?] forma as fibras colágenas, as quais são encontradas, por exemplo, na derme, no tendão, no osso e na cartilagem \_\_\_\_\_ [?]. O colágeno do tipo \_\_\_\_\_ [?], por sua vez, forma somente fibrilas colágenas e está presente em todos os tipos de cartilagem. O colágeno do tipo \_\_\_\_\_ [?] forma as fibras reticulares, as quais constituem os órgãos linfoides e o estroma da medula óssea. O colágeno do tipo \_\_\_\_\_ [?] agrega-se em uma rede, estruturando a lâmina basal das células epiteliais, das células adiposas e das células de Schwann.

5) A elastina e as microfibrilas formam as fibras \_\_\_\_\_, as quais conferem elasticidade ao tecido conjuntivo. Essas fibras constituem o tecido elástico dos ligamentos elásticos e são abundantes nas artérias, como a aorta, onde cedem à força aplicada e depois retornam à sua forma original.

### Capítulo 8 - SISTEMA DIGESTÓRIO

1) Na cavidade oral, o alimento é fragmentado pelos \_\_\_\_\_ [?], e um bolo alimentar é formado pelo movimento da língua, que tem músculo \_\_\_\_\_ [?]. O gosto é percebido pelos corpúsculos gustativos das \_\_\_\_\_ [?] linguais. Na cavidade oral, na língua e no esôfago, o epitélio é \_\_\_\_\_ [?] para proteger do atrito da passagem do alimento.

2) A \_\_\_\_\_ [?] é uma solução aquosa com \_\_\_\_\_ [?], que possibilita o umedecimento e a lubrificação do bolo alimentar. Possui enzimas, como a \_\_\_\_\_ [?] e a \_\_\_\_\_ [?], que iniciam a digestão dos carboidratos e dos lipídios, respectivamente. Ainda contém lisozima, Ig \_\_\_\_\_ [?] e lactoferrina, que agem contra as bactérias.

- 3) Além das glândulas salivares presentes na mucosa da boca e da língua, há três grandes pares de glândulas, cujos ductos desembocam na cavidade oral: as \_\_\_\_\_ [?], que são glândulas acinosas compostas serosas, e as \_\_\_\_\_ [?] e as \_\_\_\_\_ [?], que são glândulas tubuloacinosas compostas seromucosas.
- 4) No \_\_\_\_\_ [?], ocorre a digestão do alimento através do suco gástrico. O ácido clorídrico é produzido pelas células \_\_\_\_\_, cuja riqueza em mitocôndrias torna o citoplasma \_\_\_\_\_ [?], portanto, corado em rosa com Eosina. O pepsinogênio e outras enzimas são produzidos pelas células \_\_\_\_\_, cuja riqueza em retículo endoplasmático rugoso torna o citoplasma \_\_\_\_\_ [?]. Para proteger a mucosa da acidez do suco gástrico, o epitélio é constituído pelas células mucosas superficiais, que secretam \_\_\_\_\_ [?].
- 5) O \_\_\_\_\_ [?] realiza o final da digestão e a absorção dos nutrientes. Para aumentar a superfície para a absorção, apresenta projeções da mucosa, denominadas \_\_\_\_\_ [?], e projeções da superfície apical das células epiteliais, os \_\_\_\_\_ [?]. Na lâmina própria de tecido \_\_\_\_\_ [?], há muitos vasos sanguíneos e linfáticos para onde entram os nutrientes. O duodeno possui, na submucosa, as glândulas \_\_\_\_\_ [?], cuja secreção glicoproteica é importante para neutralizar a acidez do quimo. Estas glândulas não são encontradas no jejuno e no íleo. Neste último, observamos, na lâmina própria e na submucosa, as \_\_\_\_\_ [?], que são um conjunto de centenas de nódulos linfáticos, que são importantes para proteger o organismo contra patógenos.
- 6) O epitélio simples colunar do intestino grosso tem \_\_\_\_\_ [?] para aumentar a superfície para a absorção de água e sais. A secreção mucosa das células \_\_\_\_\_ [?] permite o deslizamento do bolo fecal.
- 7) O pâncreas é uma glândula mista, com uma porção exócrina com ácinos \_\_\_\_\_ [?], produtores de enzimas digestivas que vão para o duodeno, e uma porção endócrina, as ilhotas de \_\_\_\_\_ [?], secretoras de insulina e glucagon para a corrente sanguínea.
- 8) No fígado, graças à atividade metabólica da sua principal célula: o \_\_\_\_\_ [?], ocorre a detoxicação, o armazenamento de substâncias, como a glicose em \_\_\_\_\_ [?], o metabolismo de lipídios, a síntese da bile e das proteínas plasmáticas.
- 9) A \_\_\_\_\_ [?] é responsável por armazenar e concentrar a bile; para isso o epitélio é simples colunar com \_\_\_\_\_ [?].

## Capítulo 9 - SISTEMA RESPIRATÓRIO

- 1) O sistema respiratório é protegido da entrada de poeira, no vestíbulo, pelos \_\_\_\_\_ [?] e, nas vias respiratórias revestidas pelo epitélio pseudoestratificado, pela secreção glicoproteica das \_\_\_\_\_ [?], que retêm essas partículas, e pelos \_\_\_\_\_ [?] que deslocam o muco com as partículas de poeira para a faringe, onde ele é deglutido.
- 2) A cavidade nasal é dividida em vestíbulo, cujo epitélio é \_\_\_\_\_ [?], em área \_\_\_\_\_ [?], com neurônios bipolares para exercer a função sensorial, e em área respiratória, cujo epitélio é típico do sistema respiratório, ou seja, \_\_\_\_\_ [?].
- 3) Para manter as vias respiratórias abertas, a traqueia, a laringe e os brônquios possuem peças de \_\_\_\_\_ [?].
- 4) A lipoproteína \_\_\_\_\_ [?] é produzida pelas \_\_\_\_\_ [?] e pelos \_\_\_\_\_ [?] para diminuir a tensão superficial e evitar o colapamento dos bronquíolos terminais e dos alvéolos, respectivamente.
- 5) A porção respiratória do sistema respiratório é constituída pelos \_\_\_\_\_ [?] e \_\_\_\_\_ [?], cujo epitélio é \_\_\_\_\_ [?] para facilitar as trocas gasosas.

## Capítulo 10 - SISTEMA URINÁRIO

1) Na zona \_\_\_\_\_ [?], do rim, há os corpúsculos \_\_\_\_\_ [?], onde ocorre a \_\_\_\_\_ [?]. Eles são constituídos pelo \_\_\_\_\_ [?], que é um enovelamento do capilar originado da arteríola aferente, e pela \_\_\_\_\_ [?], que tem dois folhetos: o folheto parietal, de epitélio \_\_\_\_\_ [?], e o folheto visceral, com as células denominadas \_\_\_\_\_ [?]. O filtrado vai para o túbulo contorcido \_\_\_\_\_ [?], de epitélio \_\_\_\_\_ [?] com \_\_\_\_\_ [?], onde ocorre a absorção de \_\_\_\_\_ [?], aminoácidos, íons e água. O filtrado passa então pela alça de \_\_\_\_\_ [?], cuja parte delgada é de epitélio \_\_\_\_\_ [?] e, portanto, bastante permeável à água e aos íons. A parte espessa é responsável pelo bombeamento de íons para o fluido intersticial, tornando-o hipertônico. A parede do túbulo contorcido distal, adjacente ao corpúsculo renal, é modificada na \_\_\_\_\_ [?], que monitora a concentração de íons do filtrado e informa as células \_\_\_\_\_ [?], secretoras de renina. Para o transporte de íons, as células do túbulo contorcido distal possuem muitas mitocôndrias e invaginações. O filtrado passa então pelo tubo \_\_\_\_\_ [?], de epitélio simples cúbico, com células claras e escuras. As células escuras apresentam riqueza em \_\_\_\_\_ [?] para o transporte ativo de prótons para a urina. Posteriormente, o epitélio passa a ser simples \_\_\_\_\_ [?], sem as células escuras. A absorção de água por este tubo torna a urina hipertônica.

## RELACIONE AS COLUNAS

## Capítulo 10 - SISTEMA URINÁRIO

Arraste os itens da direita para os correspondentes da esquerda:

cápsula de Bowmann
glomérulo
túbulo proximal
alça de Henle
túbulo distal
tubo coletor
bexiga

com podócitos
com placas de membrana
com microvilos
com células claras e escuras
enovelamento de capilares
com mácula densa
com partes delgada e espessa

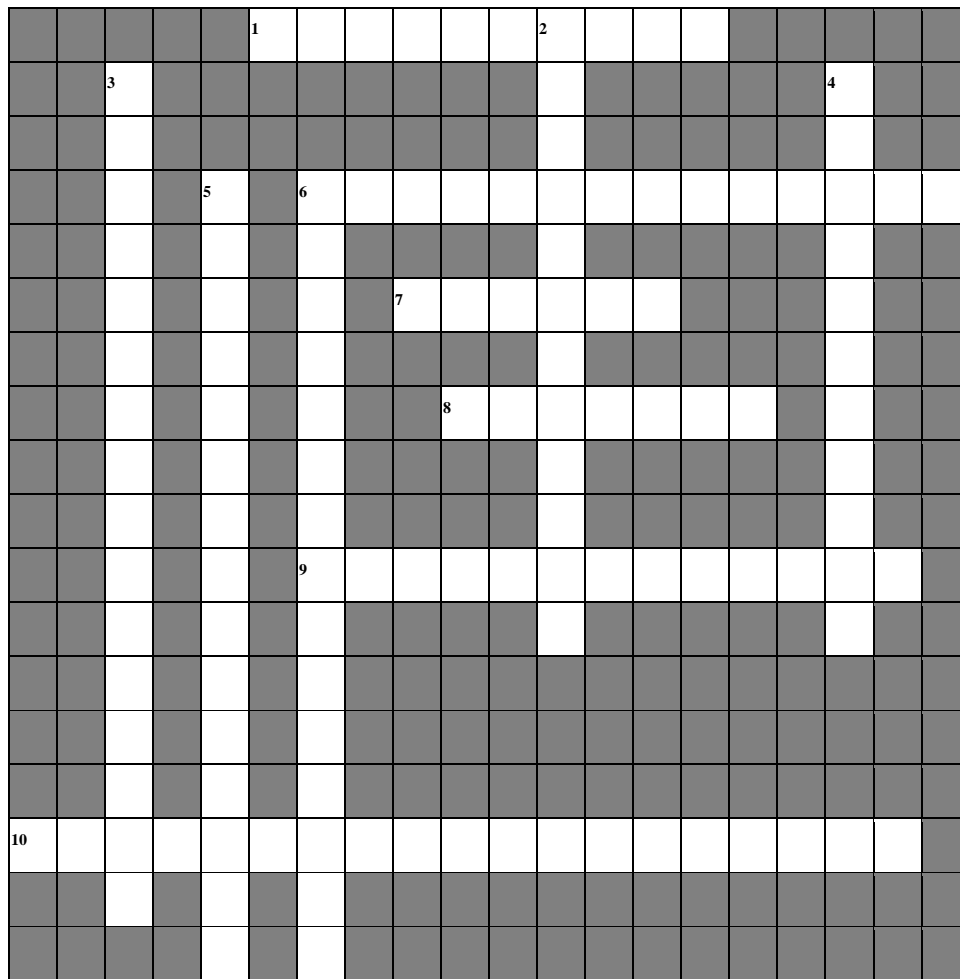


**PALAVRAS-CRUZADAS**

Clique no número na grade para ver a pista daquela palavra. Não deixe espaço entre palavras de um nome composto. Se tiver dúvida, clique no "Hint" para obter uma letra. Após preencher a grade, clique no "Check" para verificar seus acertos.

Capítulo 1 - CÉLULA

Denomine as junções e as especializações da superfície das células:



Check

Across:

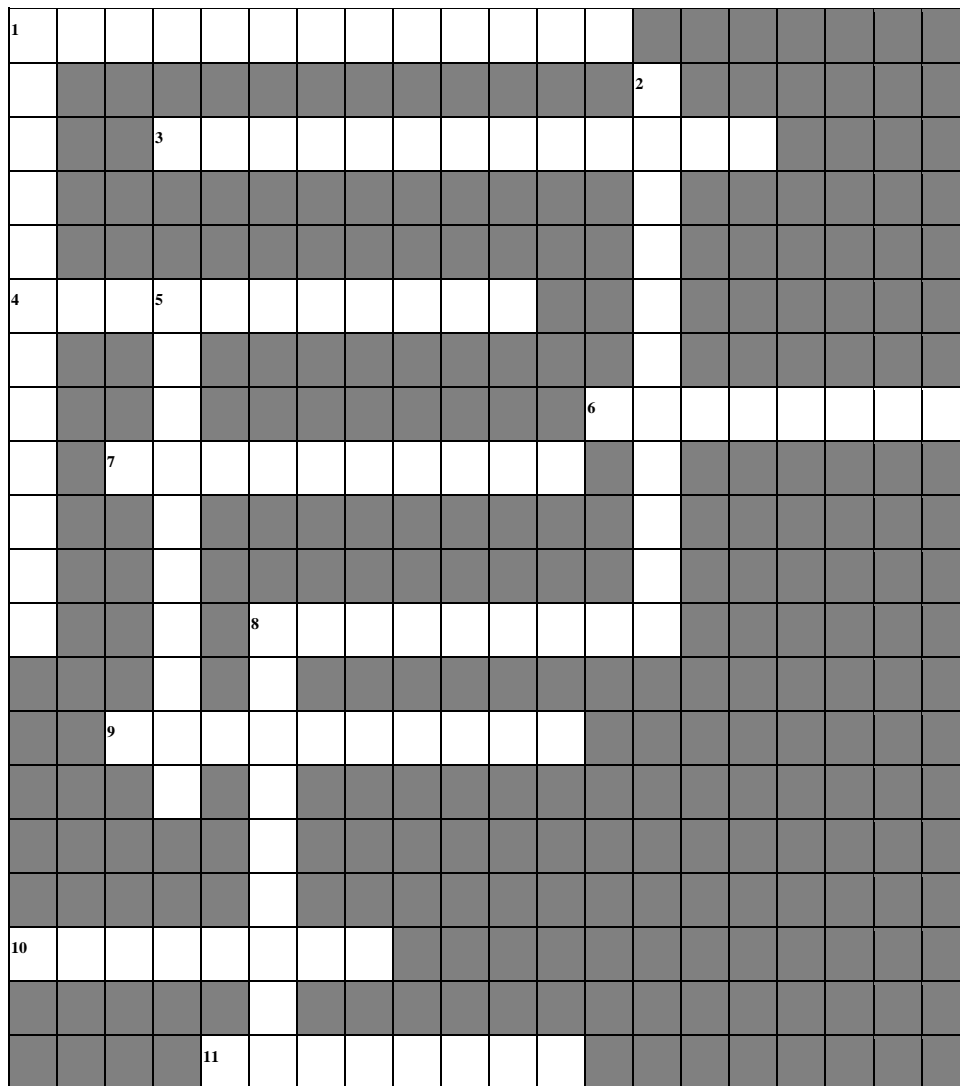
- 1 aumentam a superfície de absorção
- 6 possui glicoproteínas transmembranas E-caderina
- 7 com axonema no interior
- 8 promove a motilidade da célula
- 9 são microvilos longos
- 10 canais de conexinas

Down:

- 2 aumentam a superfície para a inserção de proteínas transportadoras
- 3 aumentam a superfície luminal do órgão
- 4 com desmogleínas e desmoplaquinas
- 5 aumentam a superfície de contato entre as células
- 6 formada pelas proteínas transmembranas claudinas e ocludinas

Capítulo 3 - TECIDO CONJUNTIVO

Quais são as células do tecido conjuntivo?



Check

Across:

- 1 armazena gordura

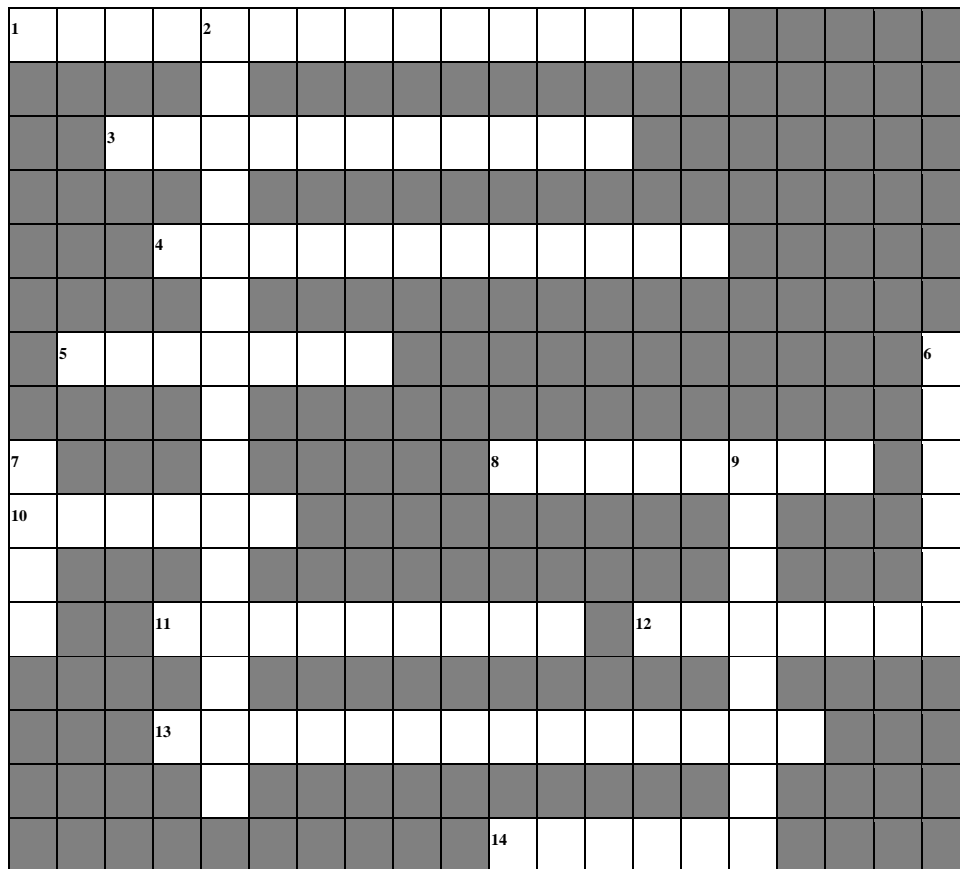
Down:

- 1 produz a matriz cartilaginosa
- 3 origina as plaquetas
- 4 reabsorve a matriz óssea

- 6 responsável pela coagulação sanguínea
- 7 rejeição de enxertos e transplantes
- 8 fagocita bactérias e células velhas
- 9 originado do linfócito B, sintetiza Ig
- 10 célula do sangue com grânulos de heparina e histamina
- 11 célula do sangue que origina o macrófago
- 2 sintetiza a matriz extracelular do conjuntivo
- 5 fagocita o complexo antígeno-anticorpo
- 8 desencadeia a reação anafilática

Capítulo 8 - SISTEMA DIGESTÓRIO

Denomine os componentes do Sistema Digestório:



Check

Across:

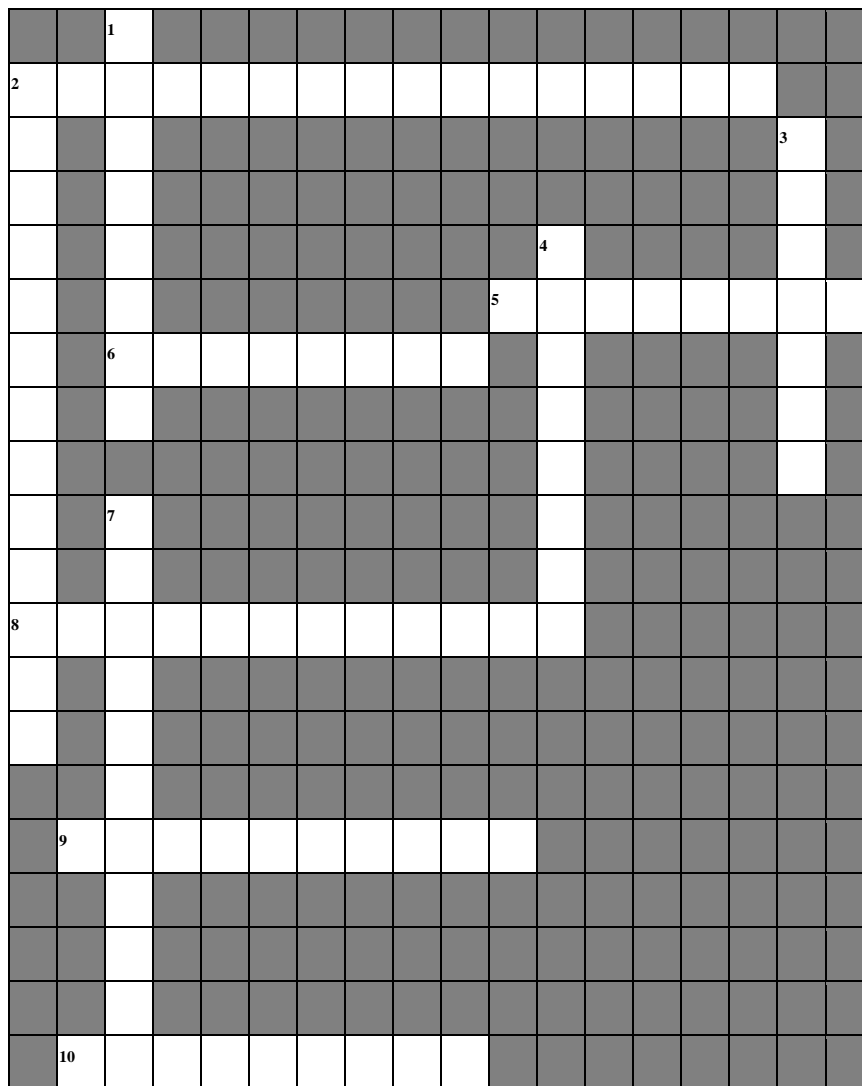
- 1 sem vilosidades, com glândulas de Lieberkühn
- 3 glândulas salivares, com predomínio de células mucosas
- 4 local onde desembocam os ductos das glândulas salivares
- 5 possui as glândulas de Brünner
- 8 com ácinos serosos e ilhotas de Langerhans

Down:

- 2 glândulas tubuloacinosas seromucosas que produzem 60% da saliva
- 6 parte do intestino delgado sem glândulas de Brünner e sem placas de Peyer
- 7 com as placas de Peyer
- 9 com células mucosas superficiais, células oxínticas e células zimogênicas
- 10 possui botões gustativos
- 11 glândulas acinosas serosas que produzem enzimas para a saliva
- 12 tubo muscular revestido por epitélio estratificado pavimentoso
- 13 armazena e concentra a bile
- 14 produz a bile e proteínas plasmáticas

Capítulo 9 - SISTEMA RESPIRATÓRIO

Denomine os componentes do Sistema Respiratório:



Check

Across:

- 2 é a maior parte da cavidade nasal, é revestida pelo epitélio respiratório

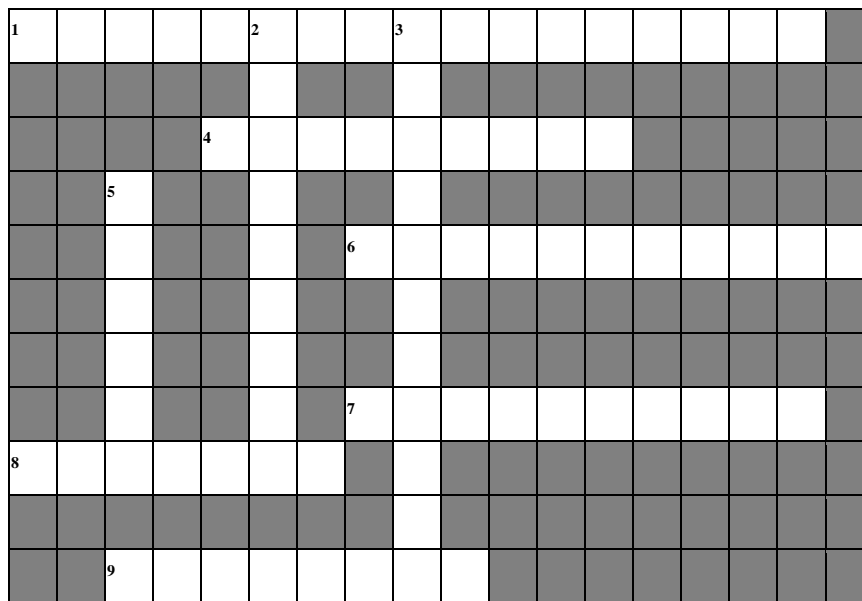
- 5 tubo com 15 a 20 peças de cartilagem hialina em C
- 6 de epitélio simples pavimentoso, onde ocorrem as trocas gasosas
- 8 tipo de bronquíolo que possui alvéolos
- 9 com epitélio simples colunar ou cúbico, ciliado e com células caliciformes e com músculo liso, mas sem peças de cartilagem
- 10 entrada da cavidade nasal revestida por epitélio estratificado pavimentoso e com pelos

Down:

- 1 tipo de bronquíolo que possui as células de Clara
- 2 com neurônios bipolares, responsáveis pelo olfato
- 3 impede a entrada de alimentos e líquido no sistema respiratório e produz a voz
- 4 com epitélio pseudoestratificado ou simples colunar ciliado e com células caliciformes, músculo liso e peças de cartilagem
- 7 parte da faringe revestida por epitélio pseudoestratificado colunar ciliado e com células caliciformes

### Capítulo 10 - SISTEMA URINÁRIO

Denomine os componentes do Sistema Urinário:



Check

Across:

- 1 células musculares modificadas da arteríola aferente, que secretam renina
- 4 células que constituem o folheto visceral da cápsula de Bowman
- 6 de epitélio simples pavimentoso (parte delgada) ou cúbico (parte espessa)
- 7 células situadas entre os capilares do corpúsculo renal, com atividade fagocitária
- 8 tubo responsável pela acidez e hipertonicidade da urina
- 9 túbulo de epitélio simples cúbico com microvilos, que absorve glicose do filtrado

Down:

- 2 enovelamento de capilares onde o sangue é filtrado
- 3 modificação da parede do túbulo contorcido distal capaz de monitorar a concentração de NaCl
- 5 túbulo contorcido sem microvilos, mas rico em mitocôndrias e invaginações para o transporte de íons