

1 – INTRODUÇÃO

As células, que são as menores unidades estruturais e funcionais dos seres vivos, agrupam-se em tecidos, e estes, por sua vez, em órgãos. Segundo as características morfológicas e as propriedades funcionais, há quatro tipos básicos de tecidos: o tecido epitelial, o tecido conjuntivo, o tecido muscular e o tecido nervoso.¹ Neste capítulo, o tecido epitelial será abordado.

O termo tecido epitelial foi introduzido pelo anatomista holandês Ruysch no século XVIII.²

2 – CARACTERÍSTICAS

O epitélio caracteriza-se pela justaposição das células e pela pouca matriz extracelular (Figura 2.1).³



Figura 2.1 - Tecido epitelial. 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).

3 – FUNÇÕES

¹ ROSS, M. H.; PAWLINA, W. *Histologia: texto e atlas, em correlação com Biologia celular e molecular*. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. pp. 24, 104.

² HAY, E. D. Epitélio. In: WEISS, L.; GREEP, R. O. *Histologia*. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1981. p. 93.

³ OVALLE, W. K.; NAHIRNEY, P. C. *Netter Bases da Histologia*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p. 30.

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.⁴

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.⁵ Tipos especiais de epitélios desempenham função sensorial, como o dos órgãos sensoriais, e função germinativa, como o epitélio dos testículos.⁶

4 – COMPONENTES

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.^{7,8}

Elas são justapostas devido à presença de junções celulares e de pouca matriz extracelular.⁹ A abundância de citoplasma está relacionada com a intensa atividade bioquímica. Essas células realizam vários processos metabólicos como síntese e secreção.¹⁰ O citoesqueleto contém filamentos de actina, filamentos intermediários de vimentina e de citoqueratina e microtúbulos.¹¹

A citoqueratina está presente somente nas células epiteliais. A identificação de citoqueratina e inclusive do

⁴ GENESER, F. *Histologia: com bases moleculares*. 3.ed. Buenos Aires: Médica Panamericana/ Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. p. 125.

⁵ *Ibid.*

⁶ HAY, E. D. *Op. cit.*, p. 93.

⁷ HADLER, W. A.; SILVEIRA, S. R. *Histofisiologia dos epitélios: correlação entre a morfologia e a função dos epitélios*. Campinas: Ed. UNICAMP, 1993. pp. 9-11.

⁸ JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica: texto e atlas*. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. p. 66.

⁹ OVALLE & NAHIRNEY. *Op. cit.*, p. 30.

¹⁰ HADLER & SILVEIRA. *Op. cit.*, p. 10.

¹¹ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 60, 62-68, 72.

seu tipo por métodos imunocitoquímicos na biópsia de tumores malignos permite o diagnóstico da sua origem epitelial.¹²

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.¹³

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.¹⁴

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 (Figura 2.2).¹⁵

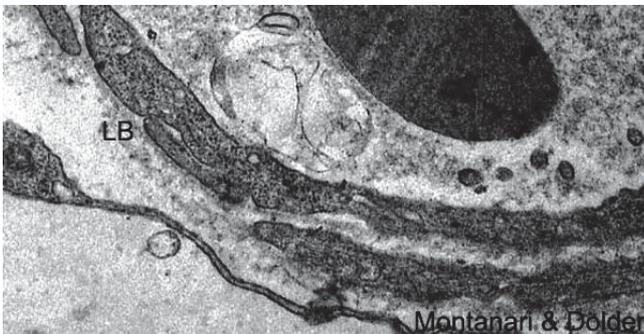


Figura 2.2 - Eletromicrografia de parte de um capilar, onde é indicada a lâmina basal (LB) da célula endotelial. 22.000x.

A laminina tem uma forma de cruz, polimerizando-se nas suas extremidades, na presença de Ca²⁺.¹⁶ Possui sítios de ligação para receptores na célula, que são as integrinas e os distroglicanos, e para os demais

componentes da lâmina basal.¹⁷

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.¹⁸

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.¹⁹

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.²⁰

A membrana basal é visível ao microscópio de luz (Figura 2.1), principalmente quando são usadas técnicas com afinidade aos glicídios, como a reação do ácido periódico-reativo de Schiff (PAS de *periodic acid-Schiff*) ou a impregnação com prata.²¹

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.²²

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.^{23,24}

No diabetes, há um espessamento da lâmina basal dos pequenos vasos sanguíneos provocado pelo aumento na produção de colágeno do tipo IV e de laminina.

¹² LOWE, J. S.; ANDERSON, P. G. *Stevens & Lowe's Human Histology*. 4.ed. Philadelphia: Elsevier, Mosby, 2015. p. 53.

¹³ HADLER & SILVEIRA. *Op. cit.*, p. 11.

¹⁴ GARTNER, L. P.; HIATT, J. L. *Tratado de Histologia em cores*. 3.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. p. 96.

¹⁵ ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. *Molecular Biology of the cell*. 4.ed. New York: Garland Science, 2002. pp. 1106-1107.

¹⁶ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 145-147.

¹⁷ ALBERTS et al. *Op. cit.*, pp. 1107-1108.

¹⁸ *Ibid.* pp. 1096-1097.

¹⁹ *Ibid.* pp. 1092, 1094, 1107.

²⁰ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, p. 146.

²¹ *Ibid.*

²² GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, pp. 84-85.

²³ ALBERTS et al. *Op. cit.*, pp. 1106, 1109.

²⁴ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, p. 61.

Apesar disso, esses capilares são mais permeáveis às proteínas plasmáticas que os capilares normais, devido à diminuição na síntese de proteoglicanas.^{25,26}

As células adiposas, as células de Schwann (células do sistema nervoso periférico) e as células musculares também apresentam lâmina basal. Como essas células não possuem uma superfície basal, alguns autores denominam a lâmina basal de lâmina externa.²⁷

5 = ESPECIALIZAÇÕES DA SUPERFÍCIE DAS CÉLULAS EPITELIAIS

As superfícies apical ou basolateral de muitas células epiteliais são modificadas para o melhor desempenho da sua função.

5.1 – Microvilos (ou microvilosidades)

Os microvilos (do latim *villus*, tufo de pelos) são evaginações da superfície apical da célula que aumentam a superfície de absorção. Eles medem 50 a 100nm de diâmetro e 1 a 3µm de comprimento. Pequenos microvilos são encontrados na superfície da maioria das células, mas são mais desenvolvidos nas células absorptivas, como as dos túbulos renais e as do intestino delgado (Figura 2.3), onde são digitiformes e possuem filamentos de actina que lhe dão sustentação (Figura 2.4).^{28,29,30}

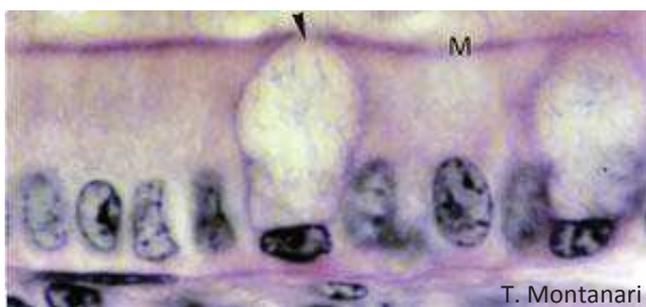


Figura 2.3 - Fotomicrografia de células colunares e de células caliciformes (►) no intestino. M - microvilos. HE. Objetiva de 100x (1.373x).

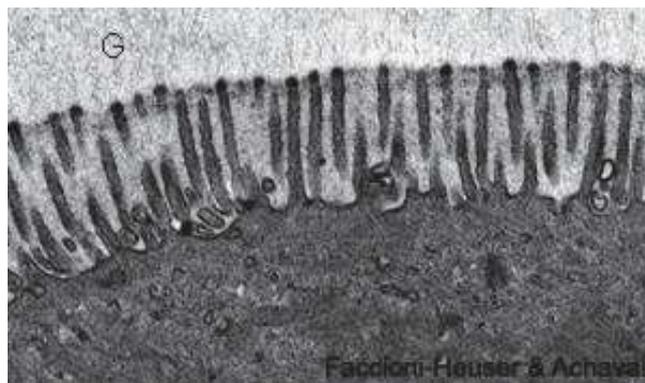


Figura 2.4 - Microvilos observados ao microscópio eletrônico de transmissão. G - glicocálix. 13.500x. Cortesia de Maria Cristina Faccioni-Heuser e Matilde Achaval Elena, UFRGS.

Os filamentos de actina estão conectados entre si pelas proteínas fimbrina, vilina, fascina e espina e à membrana plasmática pela miosina I e pela calmodulina. Ao entrarem no citoplasma, são estabilizados pela malha de filamentos de actina e espectrina da trama terminal e por filamentos intermediários de citoqueratina.^{31,32}

5.2 – Estereocílios

Sua denominação está relacionada ao fato de serem imóveis (do grego *stereo*, fixos). São microvilos longos, com 100 a 150nm de diâmetro e até 120µm de comprimento. Assim como os microvilos, possuem filamentos de actina no interior, mas podem ser ramificados. Aumentam a superfície de absorção, como aqueles do trato reprodutor masculino, a exemplo do epidídimo (Figura 2.5), ou são mecanorreceptores sensoriais, como aqueles das células pilosas da orelha interna.^{33,34,35}

Os filamentos de actina são ligados uns aos outros pela fimbrina e à membrana plasmática pela ezrina. Eles são ancorados à trama terminal pela ∞ -actinina. Nos estereocílios das células pilosas auditivas, não há ezrina e ∞ -actinina, e os filamentos de actina são ligados por espina.³⁶

²⁵ HADLER & SILVEIRA. *Op. cit.*, p. 66.

²⁶ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, p. 295.

²⁷ *Ibid.* pp. 60-61, 68, 71, 79-80, 99.

²⁸ HAM, A. W.; CORMACK, D. H. *Histologia*. 8.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983. pp. 106, 147, 179.

²⁹ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, pp. 43-44.

³⁰ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 115-118.

³¹ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, p. 93.

³² ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 116-117.

³³ GENESER. *Op. cit.*, p. 137.

³⁴ OVALLE & NAHIRNEY. *Op. cit.*, p. 28.

³⁵ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 117-120, 949-950.

³⁶ *Ibid.* pp. 117, 119.

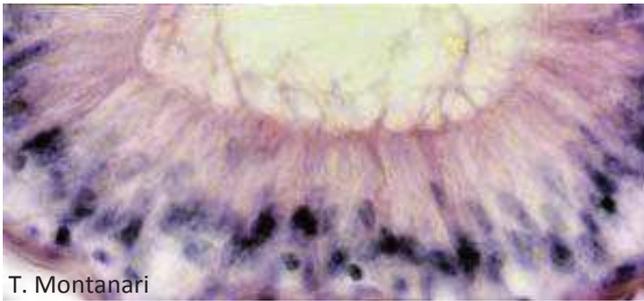


Figura 2.5 - Estereocílios na superfície apical do epitélio do epidídimo. HE. Objetiva de 40x (550x).

5.3 – Placas da membrana

São áreas da membrana celular apical do epitélio que reveste o trato urinário, capazes de suportar a osmolaridade da urina, devido à composição diferenciada, com elevada concentração de esfingolipídios e a presença de proteínas exclusivas, as uroplaquinas. São importantes para aumentar a superfície luminal do órgão, já que ficam dobradas para o interior da célula quando a bexiga está vazia e desdobram-se quando a bexiga está cheia.^{37,38}

5.4 – Pregas basolaterais (invaginações ou interdigitações)

São invaginações das superfícies basal e laterais das células. Ocorrem nas células envolvidas no transporte de líquido 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.³⁹

As pregas basolaterais são encontradas, por exemplo, nos túbulos renais (Figura 2.6) e nos ductos de glândulas salivares.⁴⁰

5.5 – Cílios

São projeções da superfície apical da célula 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 (Figuras 2.7 a 2.10).⁴¹

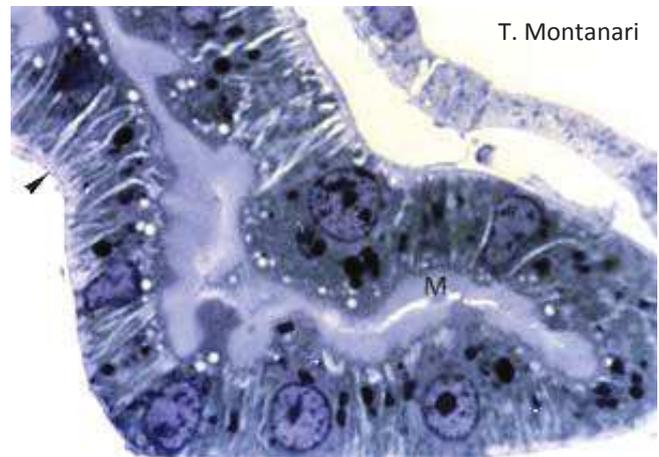


Figura 2.6 - Corte semifino do rim, mostrando um túbulo cujas células possuem microvilos (M), que aumentam a superfície para absorção de substâncias, e invaginações e mitocôndrias (►) para o transporte de íons. Azul de toluidina. Objetiva de 100x (1.373x).

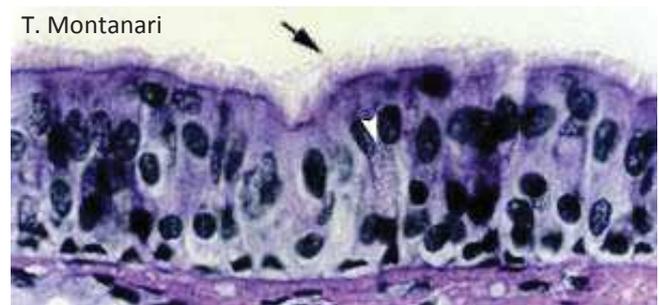


Figura 2.7 - Fotomicrografia do epitélio da traqueia. As partículas inaladas são capturadas pelo muco produzido pelas células caliciformes (►), e este muco é deslocado pelos cílios (►) em direção à faringe, onde é deglutido. Objetiva de 40x (550x).

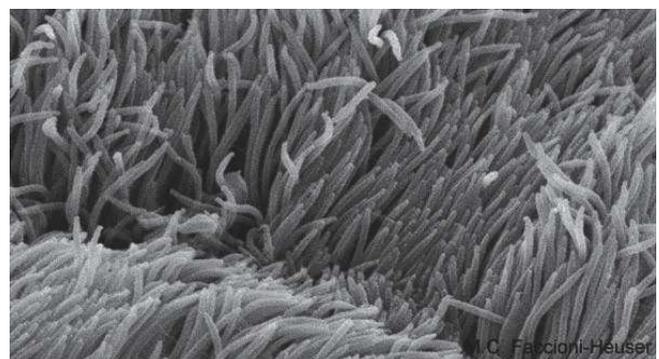


Figura 2.8 - Cílios observados ao microscópio eletrônico de varredura. 8.500x. Cortesia de Maria Cristina Faccioni-Heuser, UFRGS.

³⁷ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, pp. 44, 49, 310.

³⁸ OVALLE & NAHIRNEY. *Op. cit.*, p. 40.

³⁹ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, pp. 44, 48.

⁴⁰ *Ibid.*

⁴¹ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 118-123.

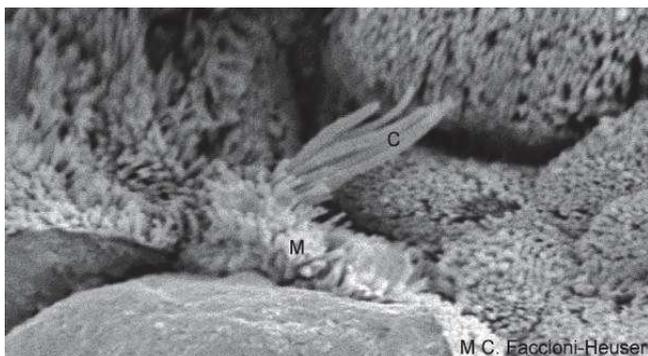


Figura 2.9 - Eletromicrografia de um tufo de cílios (C) e microvilos (M), permitindo comparar o seu tamanho. 9.500x. Cortesia de Maria Cristina Faccioni-Heuser, UFRGS.

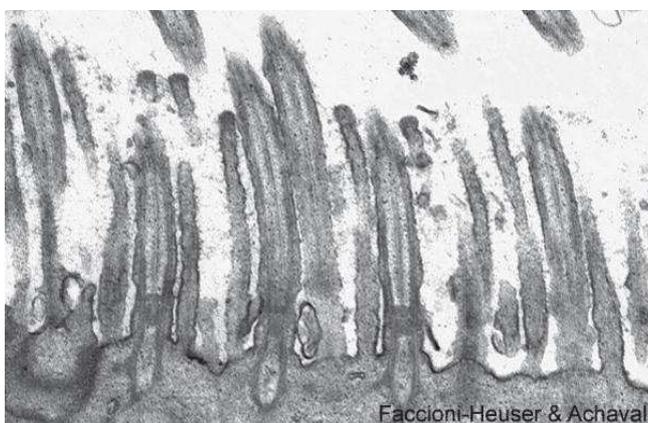


Figura 2.10 - Eletromicrografia de transmissão de cílios, mostrando a estrutura interna de microtúbulos. 23.111x. Cortesia de Maria Cristina Faccioni-Heuser e Matilde Achaval Elena, UFRGS.

O axonema (Figura 2.11) consiste em nove pares periféricos e em um par central de microtúbulos. Os microtúbulos de cada dupla periférica são adjacentes e um deles compartilha uma porção da parede com o outro. O microtúbulo completo, com 13 protofilamentos, é o microtúbulo A, e o microtúbulo com 10 protofilamentos é o B. Filamentos radiais projetam-se da subunidade A em direção à bainha central que circunda o par central. Projetando-se aos pares, ao longo dos microtúbulos A e em direção aos microtúbulos B das duplas vizinhas, há as proteínas motoras dineínas. Com a ligação de ATP, as dineínas interagem com os microtúbulos B e, com a hidrólise do ATP, elas se deslocam ao longo desses microtúbulos em direção à base do cílio. Como os microtúbulos estão fixos em suas posições pelas proteínas associadas, entre elas, a nexina, que liga as duplas vizinhas, os microtúbulos A não podem deslizar com esse movimento, e as duplas dobram-se, curvando o cílio. Quando os braços da dineína se soltam da subunidade B, o cílio retorna à posição retilínea,

promovendo o movimento de partículas na superfície.^{42,43}



Figura 2.11 - Corte transversal do axonema. 187.500x.

Há células que possuem um único cílio: o cílio primário ou monocílio. Ele tem 250nm de diâmetro e 2 a 3µm de comprimento e exibe um arranjo de microtúbulos 9+0. É imóvel, curvando-se passivamente sob um fluxo de líquido. Serve como antena sensorial, captando estímulos mecânicos, químicos, osmóticos ou luminosos. É encontrado nas células pilosas do aparelho vestibular na orelha interna, nas células dos túbulos renais e nas células da rede testicular.⁴⁴

A formação dos cílios envolve a montagem *de novo* ou a duplicação dos centríolos e a sua migração próximo à superfície apical da célula, onde originam os corpúsculos basais (arranjo de microtúbulos semelhante ao do centríolo: 9+0), os quais derivam os axonemas pela polimerização de tubulinas. Os cílios são montados durante a fase G1 e desmontados antes da fase M.⁴⁵

5.6 – Flagelo

Possui estrutura semelhante à do cílio, mas é mais longo (cerca de 55 µm) e único na célula. Ocorre no

⁴² DE ROBERTIS, E. M. F.; HIB, J. *De Robertis Bases da Biologia celular e molecular*. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. pp. 82-83.

⁴³ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, pp. 94-95.

⁴⁴ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 118, 121, 124-125.

⁴⁵ *Ibid.* pp. 70, 72, 74, 76-77.

espermatzoide, sendo responsável pela sua motilidade (Figura 2.12).⁴⁶

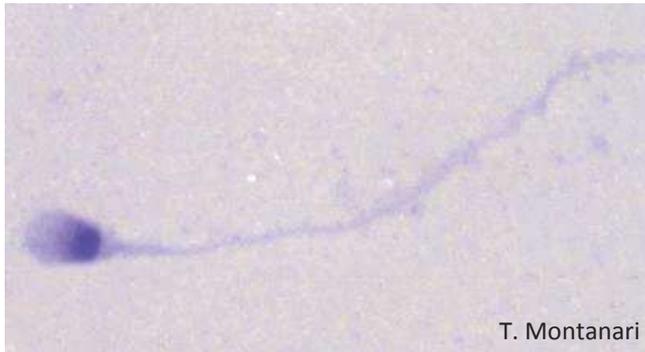


Figura 2.12 - Fotomicrografia de espermatzoide humano. Giemsa. Objetiva de 100x (1.716x).

A *síndrome dos cílios imóveis* (ou *síndrome de Kartagener*, em homenagem ao médico suíço Manes Kartagener) é uma doença autossômica recessiva, onde as dineínas não são sintetizadas normalmente, o que impede o batimento dos cílios e dos flagelos. As pessoas afetadas são suscetíveis a infecções pulmonares, devido à estagnação do muco. Os homens com essa síndrome são estéreis, já que os espermatozoides são imóveis.^{47,48}

6 – CLASSIFICAÇÃO

Os epitélios são classificados, segundo a sua função, em epitélio de revestimento e epitélio glandular. O epitélio sensorial e o epitélio germinativo podem ser considerados epitélios de revestimento ou classificados como epitélio especial.^{49,50}

Nem sempre se pode fazer uma distinção clara entre epitélio de revestimento e epitélio glandular. Por exemplo, o epitélio de revestimento do estômago é constituído somente por células secretoras de muco.⁵¹

6.1 – Epitélio de revestimento

A justaposição das células epiteliais permite a formação de camadas celulares contínuas que revestem superfícies, como a superfície externa do

corpo, a superfície dos órgãos, das cavidades, dos vasos ou dos ductos.⁵²

O epitélio de revestimento é classificado segundo a forma das células e o número de camadas celulares.⁵³

A morfologia da célula está relacionada à sua função e é determinada por fatores extrínsecos e intrínsecos, como, por exemplo, pressões externas, organização do citoesqueleto, quantidade de citoplasma e de organelas e acúmulo de produtos de reserva ou secreção.⁵⁴

Quando a largura e o comprimento da célula são maiores que a altura, a célula é dita *pavimentosa*. Quando a altura é igual à largura e ao comprimento, ela é denominada *cúbica*. Quando a altura é maior que a largura e o comprimento, a célula é *colunar*, *cilíndrica* ou *prismática* (Figuras 2.1 e 2.3).⁵⁵

As células pavimentosas facilitam a passagem de substâncias como ocorre com as células dos vasos sanguíneos (endotélio). As células cúbicas e as células colunares têm a altura aumentada pela presença de um maior número de organelas para exercer atividade de secreção, de absorção ou de transporte de íons.⁵⁶

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, porque seu maior eixo é geralmente paralelo ao eixo longitudinal da célula.^{57,58} Isso não é válido para células que retêm seus produtos de secreção, porque o núcleo fica comprimido por essas substâncias.⁵⁹ É o caso da célula caliciforme, que sintetiza glicoproteínas (Figuras 2.3 e 2.7).

Se houver somente uma camada de células, o epitélio é dito *simples*. Se houver mais de uma, *estratificado*.⁶⁰

Se as células de um epitélio simples forem pavimentosas, ele é denominado *epitélio simples pavimentoso*, como é o caso do revestimento dos vasos sanguíneos (Figura 2.1); se forem cúbicas, *epitélio simples cúbico*, que constitui, por exemplo, os túbulos renais (Figura 2.1), e se forem colunares

⁵² *Ibid.*, pp. 66, 73.

⁵³ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, p. 112.

⁵⁴ HADLER, W. A.; SILVEIRA, S. R. *Histofisiologia dos epitélios: correlação entre a morfologia e a função dos epitélios*. Campinas: Editora da UNICAMP, 1993. pp. 10, 13, 15.

⁵⁵ OVALLE & NAHIRNEY. *Op. cit.*, pp. 33-34.

⁵⁶ *Ibid.*, pp. 31-34.

⁵⁷ JUNQUEIRA & CARNEIRO. *Op. cit.*, p. 67.

⁵⁸ GENESER. *Op. cit.*, p. 140.

⁵⁹ HADLER & SILVEIRA. *Op. cit.*, p. 10.

⁶⁰ JUNQUEIRA & CARNEIRO. *Op. cit.*, p. 73.

⁴⁶ GENESER. *Op. cit.*, p. 140.

⁴⁷ *Ibid.*, p. 139.

⁴⁸ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, p. 46.

⁴⁹ DYM, M. O sistema reprodutor masculino. In: WEISS, L.; GREEP, R. O. *Histologia*. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1981. p. 828.

⁵⁰ HAY. *Op. cit.*, p. 93.

⁵¹ JUNQUEIRA & CARNEIRO. *Op. cit.*, pp. 73, 288.

(prismáticas ou cilíndricas), *epitélio simples colunar* (*prismático* ou *cilíndrico*), como o dos intestinos.⁶¹

A presença da especialização da superfície apical⁶² e de outras células no epitélio também é mencionada. Assim, por exemplo, nos intestinos, o epitélio é simples colunar com microvilos e células caliciformes (Figura 2.3).

O epitélio simples pavimentoso dos vasos sanguíneos e dos vasos linfáticos é o endotélio, e o epitélio simples pavimentoso que delimita as cavidades pleural, pericárdica e peritoneal, o mesotélio.⁶³

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.⁶⁴

Epitélio pseudoestratificado colunar com estereocílios é encontrado no trato reprodutor masculino, como, por exemplo, no epidídimo (Figura 2.5), e epitélio pseudoestratificado colunar ciliado com células caliciformes é encontrado nas vias respiratórias, como na traqueia (Figura 2.7).⁶⁵

Há ainda o *epitélio de transição*, que era geralmente considerado estratificado, mas cortes semifinos (0,5 a 1µm de espessura) e a microscopia eletrônica demonstraram a continuidade das células com a lâmina basal. Portanto, é um epitélio pseudoestratificado.^{66,67}

Nesse tecido, a forma das células e o número de camadas 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 (Figura 2.13). No estado distendido, são observados dois ou três estratos celulares, e as células superficiais tornam-se pavimentosas. Como reveste o trato urinário, é também denominado urotélio.⁶⁸

Se o epitélio é estratificado, o formato das células da camada mais superficial é que o denominará.⁶⁹ Então, se as células forem pavimentosas, tem-se o *epitélio estratificado pavimentoso*, como é o caso no esôfago (Figura 2.14); 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.⁷⁰



Figura 2.13 - Epitélio de transição da bexiga. HE. Objetiva de 40x (550x).

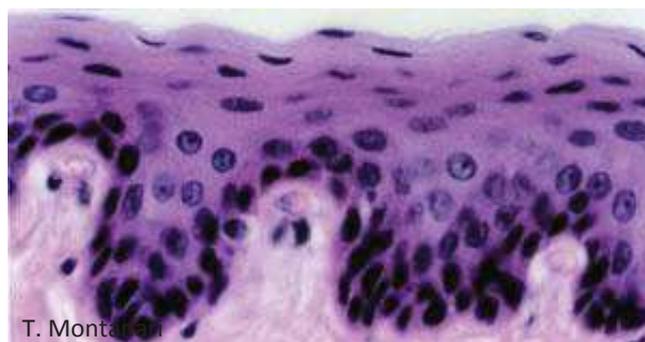


Figura 2.14 - Epitélio estratificado pavimentoso do esôfago. HE. Objetiva de 40x (550x).

No epitélio estratificado pavimentoso, as células variam na sua forma conforme a sua localização. A camada basal possui um grande número de células, resultante da divisão mitótica, o que faz com que as pressões nas superfícies laterais sejam maiores e as células sejam colunares. Quando as células vão para as camadas superiores, as pressões são igualmente exercidas sobre elas, e a forma é poliédrica. Por estarem afastadas da fonte de nutrição, que consiste nos vasos sanguíneos do tecido conjuntivo subjacente, as células das camadas superficiais são achatadas e relativamente inertes do ponto de vista metabólico.^{71,72}

A forma das células e o seu arranjo em camadas estão relacionados com a sua função. O epitélio

⁶¹ GENESER. *Op. cit.*, pp. 125-126.

⁶² ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, p. 113.

⁶³ JUNQUEIRA & CARNEIRO. *Op. cit.*, p. 73.

⁶⁴ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, p. 92.

⁶⁵ OVALLE & NAHIRNEY. *Op. cit.*, p. 35.

⁶⁶ KÜHNEL, W. *Atlas de Citologia, Histologia e Anatomia microscópica para teoria e prática*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991. p. 70.

⁶⁷ OVALLE & NAHIRNEY. *Op. cit.*, p. 39.

⁶⁸ *Ibid.*

⁶⁹ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, p. 113.

⁷⁰ HAY. *Op. cit.*, pp. 95-96.

⁷¹ HADLER & SILVEIRA. *Op. cit.*, p. 10.

⁷² HAY. *Op. cit.*, p. 96.

simples pavimentoso, pela sua pequena espessura, facilita a passagem de substâncias e gases. Além da proteção de superfícies úmidas, os epitélios simples cúbico e colunar, incluindo o pseudoestratificado, pela riqueza de organelas e presença de especializações da superfície, realizam absorção, secreção ou transporte de íons. O epitélio de transição pode se distender para acomodar o volume de urina. O epitélio estratificado cúbico e o epitélio estratificado colunar são geralmente regiões de transição entre o epitélio simples cúbico ou colunar e o epitélio estratificado pavimentoso. Eles são mais adequados para resistir a desgastes do que os epitélios simples. O epitélio estratificado pavimentoso suporta o atrito.⁷³

O *epitélio estratificado pavimentoso* pode ser *queratinizado*, como ocorre na pele (Figura 2.15).⁷⁴



Figura 2.15 - Epitélio estratificado pavimentoso queratinizado da pele (D - ducto da glândula sudorípara). HE. Objetiva de 10x (137x).

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*.⁷⁵

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 fosfolipídios exocitados no espaço intercelular é uma barreira impermeável à água e evita a dessecação.^{76,77}

Devido a um agente agressor, o tecido pode ser transformado em outro, o que é denominado *metaplasia*. Por exemplo, em fumantes, o epitélio pseudoestratificado das vias respiratórias pode ser substituído por epitélio estratificado pavimentoso.⁷⁸

6.2 – 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 (Figuras 2.3 e 2.7).⁷⁹

A necessidade de uma quantidade maior de secreção é suprida por um aumento da área do epitélio secretor com a sua invaginação, o seu enovelamento ou a sua ramificação, formando as *glândulas pluricelulares*.⁸⁰ Elas podem ser envolvidas por uma cápsula de tecido conjuntivo que emite septos, dividindo-as em lobos, que, por sua vez, são subdivididos em unidades menores, os lóbulos. Através dos septos, vasos sanguíneos e fibras nervosas penetram na glândula. As células epiteliais constituem o *parênquima* da glândula, enquanto o tecido conjuntivo, o *estroma*.⁸¹

As glândulas originam-se do epitélio de revestimento pela proliferação de suas células, com invasão do tecido conjuntivo subjacente e posterior diferenciação. 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*. Quando as células perdem essa conexão, a secreção é liberada para os vasos sanguíneos, e a glândula é *endócrina*.⁸²

As glândulas exócrinas podem ser classificadas segundo:

(1) *forma da porção secretora* em:

⁷⁶ HAM & CORMACK. *Op. cit.*, pp. 180-181.

⁷⁷ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, pp. 49, 51.

⁷⁸ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, p. 105.

⁷⁹ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, p. 153.

⁸⁰ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, p. 49.

⁸¹ HAM & CORMACK. *Op. cit.*, pp. 190-191.

⁸² GENESER. *Op. cit.*, pp. 141, 148.

⁷³ OVALLE & NAHIRNEY. *Op. cit.*, pp. 31-34, 36, 38-39.

⁷⁴ GENESER. *Op. cit.*, pp. 127-128.

⁷⁵ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, p. 51.

– *tubular*, se ela tiver essa forma, podendo ainda ser reta, como a glândula de Lieberkühn dos intestinos (Figura 2.16) ou enovelada, como a glândula sudorípara (Figura 2.17);⁸³

– *acinosa* ou *alveolar* (do latim *acinus*, uva ou bago e *alveolus*, pequeno saco vazio), se for arredondada.⁸⁴ A glândula salivar parótida é um exemplo de glândula acinosa,⁸⁵ e a glândula sebácea, por ter uma luz maior, é alveolar (Figura 2.17);⁸⁶

– *tubuloacinosa*, quando há os dois tipos de porções secretoras. Ex.: glândulas salivares sublinguais e submandibulares (Figura 2.18);⁸⁷

(2) *ramificação da porção secretora* em:

– *simples*, quando não há ramificação. Ex.: glândula de Lieberkühn (ou intestinal) (Figura 2.16) e glândula sudorípara (Figura 2.17);⁸⁸

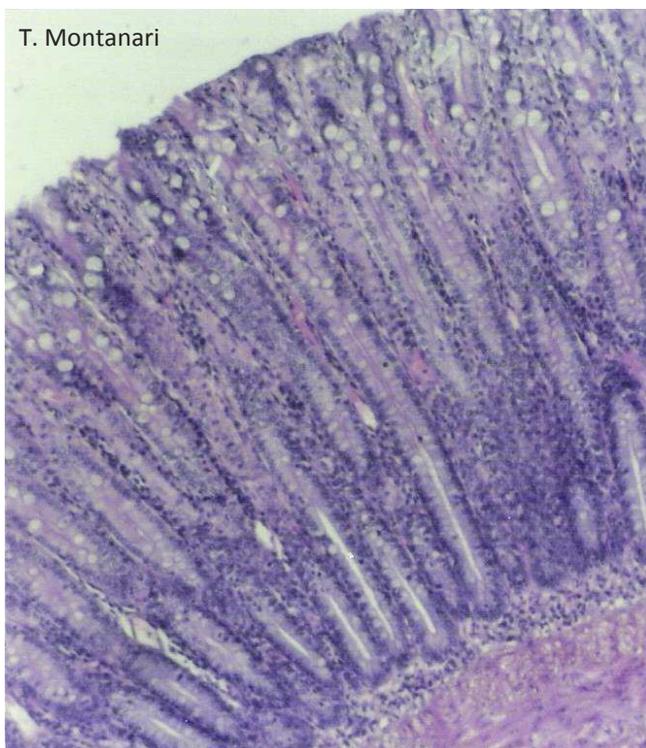


Figura 2.16 - O epitélio que reveste a luz do intestino grosso invagina-se, formando as glândulas de Lieberkühn (ou intestinais), que são glândulas exócrinas tubulares simples retas. HE. Objetiva de 10x (137x).

– *ramificada*, quando há ramificação. Ex.: glândula sebácea (Figura 2.17) e glândula submandibular (Figuras 2.18);^{89,90}

⁸³ *Ibid.* pp. 144-145.

⁸⁴ HAM & CORMACK. *Op. cit.*, p. 189.

⁸⁵ OVALLE & NAHIRNEY. *Op. cit.*, pp. 42, 274.

⁸⁶ GENESER. *Op. cit.*, p. 145.

⁸⁷ OVALLE & NAHIRNEY. *Op. cit.*, pp. 42, 274.

⁸⁸ GENESER. *Op. cit.*, pp. 144-145.

⁸⁹ *Ibid.*

(3) *ramificação do ducto* em:

– *simples*, quando não há ramificação. Ex.: glândula intestinal (ou de Lieberkühn) (Figura 2.16) e glândula sudorípara (Figura 2.17);⁹¹

– *composta*, quando há ramificação. Ex.: glândulas salivares;⁹²

(4) *tipo de secreção*:

– *serosa* (do latim *serum*, soro)⁹³: secreta um fluido aquoso, rico em enzimas. As células serosas possuem um formato piramidal e citoplasma basófilo, devido ao retículo endoplasmático rugoso desenvolvido para a síntese das enzimas, e um núcleo basal, esférico e eucromático, com um ou dois nucléolos. Ex.: glândulas salivares parótidas;⁹⁴

– *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. Ex.: glândulas duodenais (ou de Brünner);⁹⁵

– *seromucosa* (ou *mista*): tem células serosas e mucosas. Ex.: glândulas salivares submandibulares (Figura 2.18) e sublinguais;⁹⁶

(5) *liberação da secreção* em:

– *merócrina* (ou *écrina*), em que a secreção é exocitada sem dano à célula.⁹⁷ É o caso da maioria das glândulas.⁹⁸ Ex.: células caliciformes e células acinosas do pâncreas.⁹⁹

– *apócrina*, em que a secreção e uma parte do citoplasma apical são perdidas. Ex.: glândulas sudoríparas odoríferas, glândulas mamárias, glândulas ceruminosas do meato acústico externo e glândulas de Moll da pálpebra.^{100,101}

– *holócrina* (do grego *holos*, tudo),¹⁰² em que a célula morre e é liberada junto com a secreção. Ex.: glândula sebácea (Figura 2.17) e glândulas tarsais (de Meibômio) da pálpebra.¹⁰³

No Quadro 2.1, há um resumo da classificação das glândulas exócrinas.

⁹⁰ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 155, 572.

⁹¹ GENESER. *Op. cit.*, pp. 144-145.

⁹² ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, pp. 154-155.

⁹³ HAM & CORMACK. *Op. cit.*, p. 189.

⁹⁴ OVALLE & NAHIRNEY. *Op. cit.*, pp. 42-44.

⁹⁵ *Ibid.* pp. 42-43, 45, 297.

⁹⁶ *Ibid.* pp. 42-43, 45, 274, 276.

⁹⁷ JUNQUEIRA & CARNEIRO. *Op. cit.*, p. 79.

⁹⁸ HAY. *Op. cit.*, p. 116.

⁹⁹ HAM & CORMACK. *Op. cit.*, p. 192.

¹⁰⁰ GENESER. *Op. cit.*, pp. 141, 364-365, 541, 572, 577.

¹⁰¹ KÜHNEL. *Op. cit.*, pp. 82-83, 360-363.

¹⁰² HAM & CORMACK. *Op. cit.*, p. 192.

¹⁰³ ROSS & PAWLINA. *Op. cit.*, p. 153.



Figura 2.17 - 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).

Em torno das glândulas exócrinas, entre as células epiteliais e a lâmina basal, há as *células mioepiteliais* (Figura 2.19). 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.^{104,105}

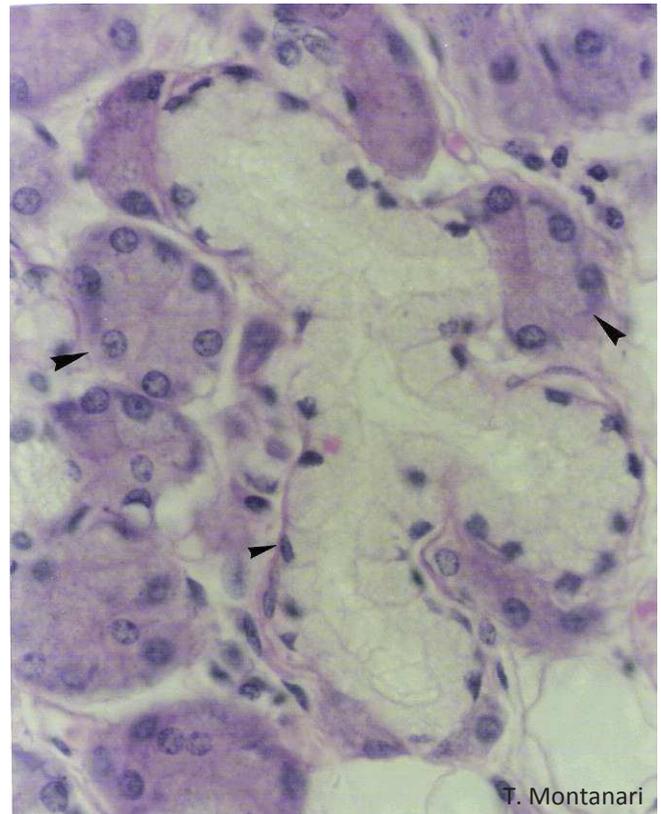


Figura 2.18 - A glândula submandibular apresenta células mucosas e serosas. As células mucosas arranjam-se em uma forma tubular (▶), enquanto as células serosas arranjam-se em forma arredondada (▶). A porção secretora mucosa ramifica-se. É uma glândula tubuloacinoso ramificada seromucosa. HE. Objetiva de 40x (550x).

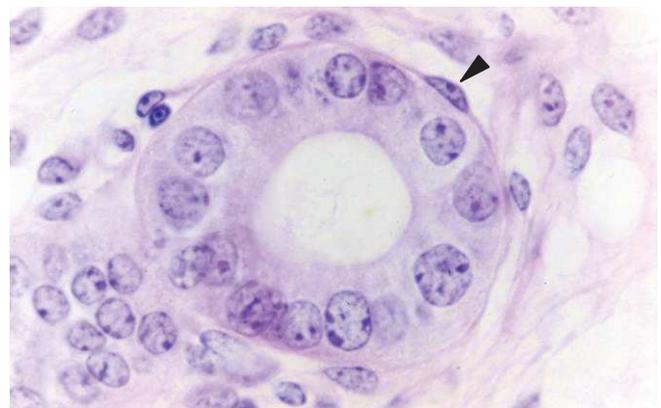


Figura 2.19 - Célula mioepitelial (▶) em torno da glândula uterina de camundonga. Objetiva de 100x.

¹⁰⁴ JUNQUEIRA & CARNEIRO. *Op. cit.*, pp. 85-86.

¹⁰⁵ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, p. 82.

Quadro 2.1 - Classificação das glândulas exócrinas.

Forma da porção secretora	tubular	reta	Ex.: glândula intestinal (ou de Lieberkühn)
		enovelada	Ex.: glândula sudorípara
	acinosa ou alveolar	Ex.: glândula salivar parótida Ex.: glândula sebácea	
Ramificação da porção secretora	simples		Ex.: glândula intestinal, glândula sudorípara
	ramificada		Ex.: glândula sebácea, glândula submandibular
Ramificação do ducto	simples		Ex.: glândula intestinal, glândula sudorípara
	composta		Ex.: glândula salivar parótida
Tipo de secreção	serosa		Ex.: glândula salivar parótida
	mucosa		Ex.: glândula duodenal (ou de Brünner)
	seromucosa		Ex.: glândula salivar submandibular
Liberação da secreção	merócrina		Ex.: glândula salivar submandibular
	apócrina		Ex.: glândula mamária
	holócrina		Ex.: glândula sebácea

As glândulas *endócrinas* são classificadas segundo o *arranjo das células epiteliais* em:

= *folicular*, quando as células se arranjam em folículos (do latim *folliculus*, pequeno saco),¹⁰⁶ ou seja, vesículas, onde se acumula a secreção. Ex.: tireoide (Figura 2.20);¹⁰⁷

= *cordonal*, quando as células se dispõem enfileiradas, formando cordões que se anastomosam ao redor de capilares. Ex.: paratireoide (Figura 2.21), adrenal (ou suprarenal) (Figura 2.22) e adeno-hipófise.¹⁰⁸

Há órgãos com funções exócrinas e endócrinas, sendo considerados *glândulas mistas*. Por exemplo, o pâncreas é uma glândula exócrina acinosa composta serosa, que libera o suco pancreático no duodeno, e possui as ilhotas de Langerhans, glândulas endócrinas cordonais, secretoras dos hormônios insulina e glucagon para a corrente sanguínea (Figura 2.23).¹⁰⁹



Figura 2.20 - A tireoide é uma glândula endócrina folicular, já que as células epiteliais formam folículos, onde armazenam os hormônios secretados. Estes posteriormente vão para os vasos sanguíneos do conjuntivo. HE. Objetiva de 40x (550x).

¹⁰⁶ GENESER. *Op. cit.*, p. 147.

¹⁰⁷ JUNQUEIRA & CARNEIRO. *Op. cit.*, p. 77.

¹⁰⁸ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, p. 111.

¹⁰⁹ JUNQUEIRA & CARNEIRO. *Op. cit.*, pp. 77, 79.

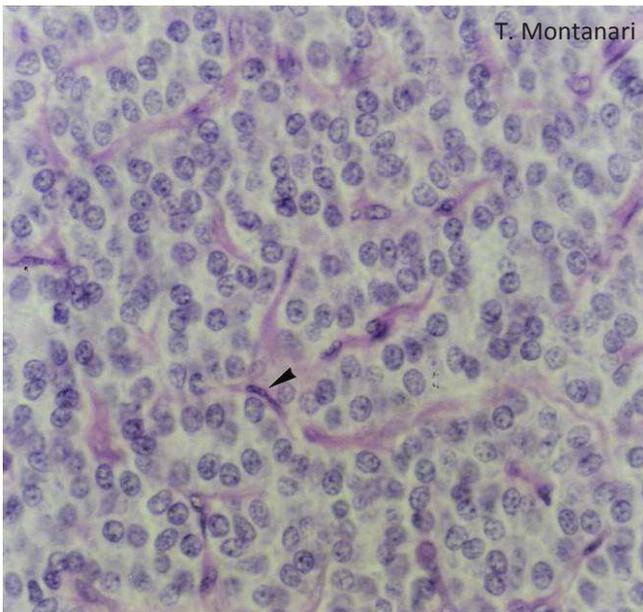


Figura 2.21 - A paratireoide é uma glândula endócrina cordonal, porque as células epiteliais arranjam-se em cordões e secretam hormônios para os vasos sanguíneos (►). HE. Objetiva de 40x (550x).

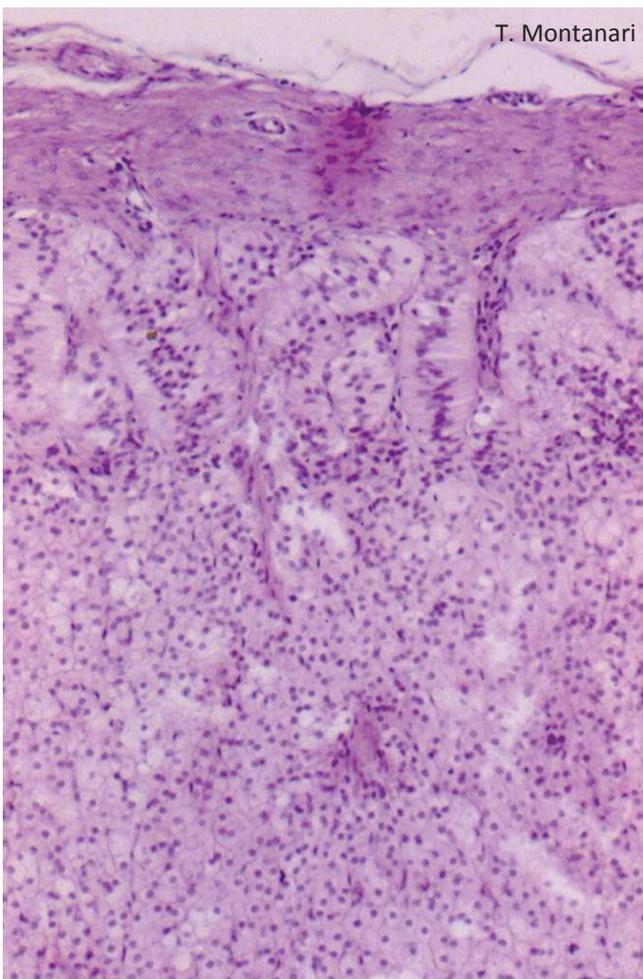


Figura 2.22 - A suprarrenal (ou adrenal) é uma glândula endócrina cordonal. Objetiva de 10x.

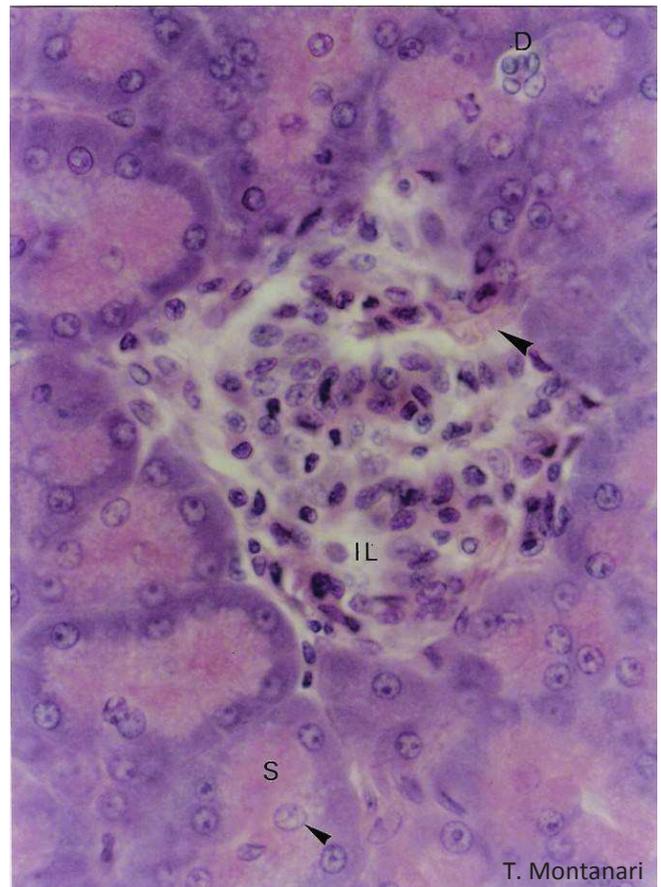


Figura 2.23 - O pâncreas é uma glândula mista, constituída pelas ilhotas de Langerhans (IL), cujas células epiteliais, arrançadas em cordões, secretam insulina e glucagon para a corrente sanguínea (►), e pelos ácinos serosos (S) que sintetizam as enzimas digestivas que vão, através de ductos (D), para o duodeno. O núcleo no centro dos ácinos é da célula centroacinososa (►), que pertence ao ducto que penetra na porção secretora. HE. Objetiva de 40x (550x).

7 – CÉLULAS EPITELIAIS ESPECIALIZADAS

Há células especializadas em uma atividade funcional e, para executá-la, possuem determinadas organelas mais desenvolvidas do que outras. Estas funções são:

– *síntese de proteínas*, como a célula serosa das glândulas salivares (Figura 2.18) e do pâncreas (Figuras 2.23 e 2.24). Essa célula exibe formato cilíndrico ou piramidal. O núcleo é claro, devido à cromatina frouxa, o que facilita a transcrição do DNA em RNAm. O nucléolo é proeminente, já que corresponde à região do DNA transcrito em RNAr, o qual se associa a proteínas, formando as subunidades dos ribossomos. O citoplasma, especialmente na porção basal da célula, é basófilo por causa do retículo endoplasmático rugoso desenvolvido para a tradução do RNAm em proteínas. As enzimas sintetizadas são armazenadas em grânulos na porção apical da célula

e, conforme a sua carga elétrica, podem conferir uma coloração basófila ou eosinófila a essa região (Figuras 2.23 e 2.24);^{110,111}

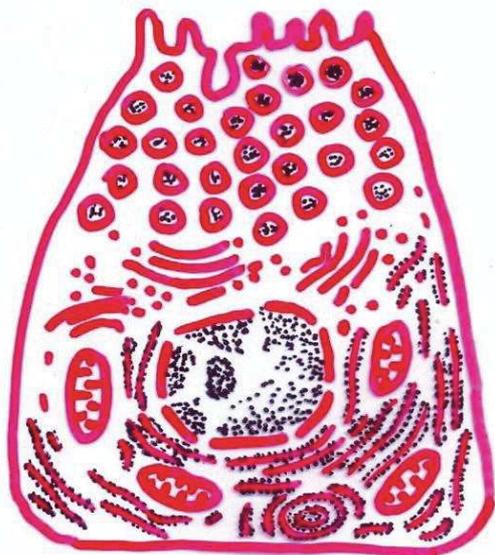


Figura 2.24 - Representação da célula serosa do pâncreas. Baseado em Junqueira, L. C.; Carneiro, J. *Histologia básica: texto e atlas*. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. pp. 34, 84.

– *síntese de glicoproteínas*, como a célula caliciforme dos intestinos (Figura 2.3) e do sistema respiratório (Figura 2.7) e a célula mucosa das glândulas salivares (Figura 2.18). 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. Portanto, essas duas organelas são as mais desenvolvidas. Os grânulos de secreção comprimem o núcleo na base da célula. Geralmente esse material se dissolve na rotina histológica, e o citoplasma aparece palidamente corado e vacuolizado nos cortes com HE (Figuras 2.3, 2.7 e 2.18).¹¹² Entretanto com o PAS, ele fica em vermelho ou magenta (Figura 2.25);

– *síntese de lipídios*, como as células da suprarrenal (ou adrenal) (Figuras 2.22 e 2.26). Elas 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. A abundância dessas organelas membranosas torna o citoplasma eosinófilo. Muitas gotículas de lipídios com os precursores desses

hormônios estão presentes, conferindo um aspecto vacuolizado ao citoplasma visto ao microscópio de luz (Figuras 2.22 e 2.26);^{113,114}

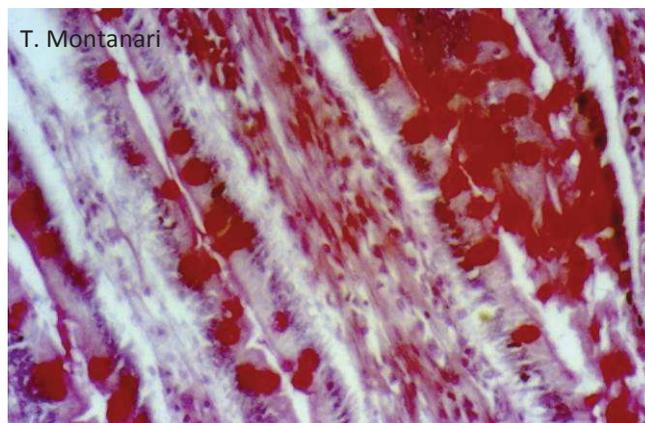


Figura 2.25 - Células caliciformes no intestino delgado coradas pelo PAS, devido à presença de glicoproteínas. PAS/H. Objetiva de 40x.



Figura 2.26 - Células da suprarrenal, 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).

– *transporte de íons*, como as células dos túbulos renais (Figuras 2.6 e 2.27). A superfície apical da célula é bastante permeável à água, aos eletrólitos e às pequenas moléculas, e a superfície basolateral apresenta invaginações que aumentam a superfície para a localização de proteínas que transportam íons, como o Na^+ , para fora da célula.¹¹⁵ 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 (Figura 2.6).¹¹⁶ A presença

¹¹⁰ *Ibid.* p. 82.

¹¹¹ OVALLE & NAHIRNEY. *Op. cit.*, pp. 42-44.

¹¹² *Ibid.* pp. 42-43, 45, 297.

¹¹³ JUNQUEIRA & CARNEIRO. *Op. cit.*, pp. 86-87.

¹¹⁴ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, p. 48.

¹¹⁵ HADLER & SILVEIRA. *Op. cit.*, p. 12.

¹¹⁶ JUNQUEIRA & CARNEIRO. *Op. cit.*, p. 81.

dessas organelas confere um aspecto estriado à base das células coradas com HE.¹¹⁷

Muito antes do advento da microscopia eletrônica, a identificação das mitocôndrias já havia sido feita por Altmann usando fucsina ácida (Figura 2.27).¹¹⁸



Figura 2.27 - Mitocôndrias coradas em um túbulo renal. Altmann. Objetiva de 100x (1.373x).

- *sensorial*, como as células olfatórias e as dos corpúsculos gustativos. São células diferenciadas, com terminações nervosas (células neuroepiteliais), que captam os estímulos do ambiente;¹¹⁹
- *germinativa*, como as células dos túbulos seminíferos nos testículos que se diferenciam nos espermatozoides (Figura 2.28).¹²⁰

8 – NUTRIÇÃO E INERVAÇÃO

Os epitélios não são vascularizados (com exceção de um epitélio estratificado na orelha interna), e sua nutrição é feita por difusão a partir dos vasos sanguíneos que correm no tecido conjuntivo.¹²¹

Alguns epitélios contêm células neuroepiteliais, permitindo o olfato, a audição, a visão e o gosto, e o

epitélio da pele é inervado por terminações nervosas livres que contribuem para o tato.¹²²

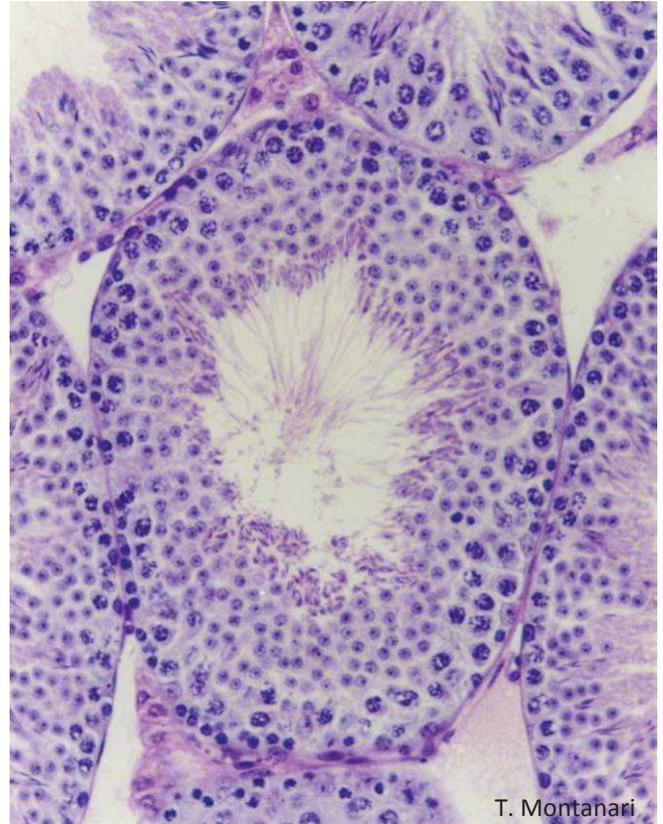


Figura 2.28 - Corte de testículo, mostrando o epitélio germinativo dos túbulos seminíferos. HE. Objetiva de 40x (550x).

O epitélio regenera-se facilmente, devido à mitose das suas células. A velocidade dessa regeneração, no entanto, varia conforme o tecido. Por exemplo, o epitélio do intestino renova-se entre quatro e seis dias, e o epitélio da pele, em aproximadamente 28 dias.¹²³

Os tumores epiteliais benignos são de dois tipos: *papilomas*, que surgem na superfície epitelial, e *adenomas*, oriundos do epitélio glandular. Os tumores epiteliais malignos são: *carcinoma*, que resulta do epitélio superficial, e *adenocarcinoma*, que se origina de um epitélio glandular.¹²⁴

9 – QUESTIONÁRIO

- 1) Quais são as características do tecido epitelial?
- 2) Quais são as funções do tecido epitelial?

¹¹⁷ LOWE & ANDERSON. *Op. cit.*, pp. 44, 48.

¹¹⁸ HAM & CORMACK. *Op. cit.*, p. 109.

¹¹⁹ HAY. *Op. cit.*, p. 93.

¹²⁰ *Ibid.*

¹²¹ GENESER. *Op. cit.*, pp. 120, 125, 586.

¹²² HAY. *Op. cit.*, p. 93.

¹²³ GARTNER & HIATT. *Op. cit.*, p. 105.

¹²⁴ OVALLE & NAHIRNEY. *Op. cit.*, p. 30.

- 3) Quais são os componentes do tecido epitelial? Descreva-os, mencionando os seus constituintes e as suas funções.
- 4) Qual é a proteína do citoesqueleto presente somente nas células epiteliais?
- 5) Descreva as especializações da superfície das células epiteliais, citando suas funções e dê exemplos de onde ocorrem.
- 6) O que é e qual é a causa da síndrome de Kartagener?
- 7) Classifique o tecido epitelial, justifique as denominações e exemplifique sua ocorrência.
- 8) Dê exemplos de células epiteliais especializadas e descreva a sua morfologia.