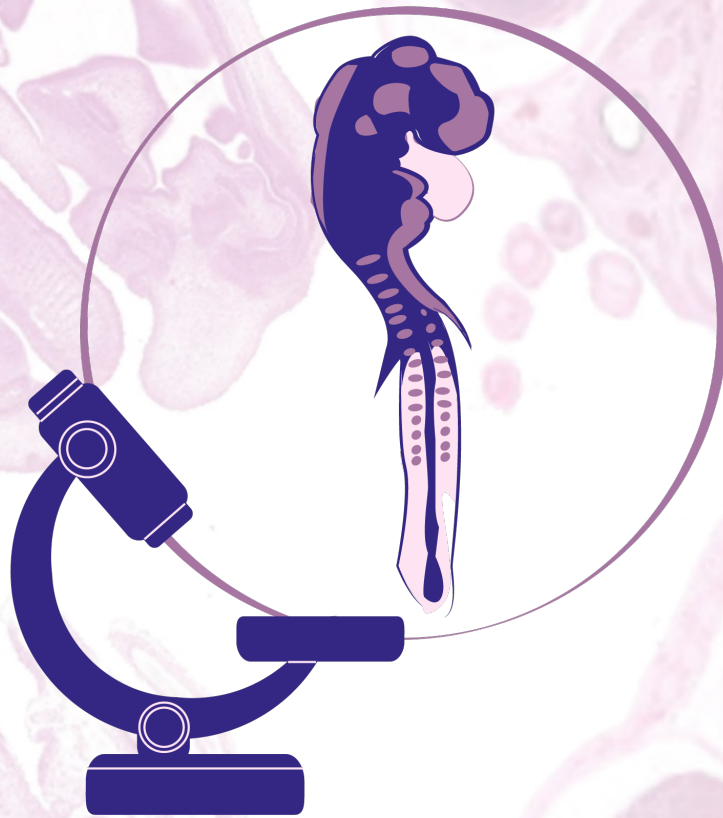


Embriologia Animal: Referência e Atlas



Lethícia Valencise

Ana Silvia S Barraviera Seabra Ferreira

Talita Sarah Mazzoni

Wilma De Grava Kempinas

Embriologia Animal: Referência e Atlas

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: *ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE - CRB 8/5651*

Embriologia animal : referência e atlas / Lethícia Valencise, Ana
Silvia Barraviera Seabra Sartori. Talita Sarah Mazzoni, Wilma De
Grava Kempinas . - Botucatu : UNESP/IBB, 2021
ePub

Inclui bibliografia

ISBN: 9786589398080

1. Embriologia. 2. Ouriço-do-mar. 3. Equinodermo. 4. Atlas.
5. Pesquisas com embriões. 6. Peixes. 7. Aves. 8. Filogenia. I. Título.
II. Valencise, Lethícia. III. Sartori, Ana Silvia Barraviera Seabra.
IV. Mazzoni, Talita Sarah. V. Kempinas, Wilma De Grava . VI.
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de
Biociências de Botucatu. IV. Departamento de Biologia Estrutural e
Funcional. V. Laboratório de Biologia e Toxicologia da Reprodução e
do Desenvolvimento (ReproTox).

CDD 571.86

Título: Embriologia Animal: Referência e Atlas

Formato: Livro Digital

Veiculação: Digital

ISBN: 978-65-89398-08-0

DEDICATÓRIA

A concepção desta obra foi inspirada pela trajetória de um grande Embriologista brasileiro,
Dr. **Reinaldo Azoubel**, *in memoriam*, Professor, Pesquisador e Mentor nas Faculdades de Medicina de
Ribeirão Preto – FMRP/USP e Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto – FAMERP.

Com toda a minha admiração, carinho, agradecimento e respeito.

Botucatu, abril de 2021.

Wilma Kempinas

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Hero Gondinho Tse, responsável pelo estabelecimento da Disciplina de Embriologia no Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola e, posteriormente, Instituto de Biociências de Botucatu – UNESP. O laminário que serviu de base a esse Atlas foi implementado pelo Dr. Tse, de quem tive a honra de ser colega de trabalho. Meu respeito e reconhecimento por toda uma vida dedicada à docência de Embriologia.

Ao Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP, em especial ao Departamento de Biologia Estrutural e Funcional, por permitir a realização deste Atlas, por intermédio de suas instalações e insumos gerais, bem como por permitir a hospedagem eletrônica em sua homepage na Internet.

À Faculdade de Medicina de Botucatu, UNESP, em especial ao Núcleo de Educação a Distância e Tecnologias da Informação em Saúde (NEAD.TIS) pelo apoio para a concretização deste Atlas.

À equipe do Laboratório de Biologia e Toxicologia da Reprodução e do Desenvolvimento - ReproTox, atual e egressa, pelo apoio e incentivo.

Ao Prof. Deilson Elgui de Oliveira e Sr. Carlos Ramos, coordenador e técnico, respectivamente, do Núcleo de Tecnologias Digitais em Patologia (NTDP) do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina de Botucatu, por terem viabilizado a digitalização do laminário do presente Atlas.

À Profa. Dra. Irani Quagio-Grassiotto, do Departamento de Morfologia do Instituto de Biociências de Botucatu, pelo apoio, e por ter possibilitado a utilização do estereomicroscópio para captura de imagens dos embriões totais.

À FAPESP, pelo apoio sob a forma de Bolsa de Iniciação Científica para Lethícia Valencise (Processo: 2015/26395-7).

Ao CNPq, pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa da Profa. Dra. Wilma De Grava Kempinas, em vigência durante a elaboração do presente Atlas (Processo 312118/2017-1).

A todos que contribuíram para que esse trabalho se concretizasse.

AS AUTORAS

Profa. Dra. Wilma De Grava Kempinas, Bióloga, Professora Titular aposentada e Professora Voluntária do Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP, onde lecionou Embriologia por mais de 30 anos, junto ao Departamento de Morfologia, para alunos dos cursos de Ciências Biológicas, Ciências Biomédicas, Medicina Veterinária, Zootecnia e Medicina Humana. Atualmente continua atuando como pesquisadora e orientadora na área de Biologia e Toxicologia da Reprodução e do Desenvolvimento.

Profa. Dra. Talita Sarah Mazzoni, Bióloga, Professora Adjunta do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), onde leciona Embriologia, Biologia do Desenvolvimento e Biologia Celular junto ao Departamento de Biologia Celular e do Desenvolvimento para os mais diferentes cursos das áreas Biológicas. Desenvolve projetos de pesquisa na área de Biologia da Reprodução e Ensino de Biologia.

Dra. Ana Silvia Sartori Barraviera Seabra Ferreira, graduada em Publicidade e Propaganda e doutora em Biologia Geral e Aplicada. Atua como Coordenadora do Núcleo de Educação a Distância e Tecnologias da Informação em Saúde (NEAD.TIS) da Faculdade de Medicina de Botucatu, UNESP.

Lethícia Valencise, graduada em Ciências Biomédicas pelo Instituto de Biociências de Botucatu e doutoranda do Programa de Pós-graduação em Biologia Geral e Aplicada da mesma Instituição.

COLABORADORES

Stephannie Vieira Cagliariari, que durante o curso de graduação em Ciências Biológicas no Instituto de Biociências de Botucatu, com Bolsa de Apoio Acadêmico e Extensão I, participou ativamente na obtenção, edição e identificação de estruturas desse Atlas.

José Eduardo Bozano, Assistente de Suporte Acadêmico II do Departamento de Biologia Estrutural e Funcional do Instituto de Biociências de Botucatu, responsável pela confecção de grande parte das lâminas histológicas.

APRESENTAÇÃO

Esta obra contém imagens protegidas por direito autoral. Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei 9.610 de 19/02/1998. Ela pode ser citada da seguinte forma:

Valencise L, Ferreira ASBS, Mazzoni TS, Kempinas WG. Embriologia animal: referência e atlas [Internet]. Botucatu: UNESP, IBB – Departamento de Biologia Estrutural e Funcional – Lab REPROTOX; 2021 [cited 2021 Apr 6].

Nenhuma parte deste Atlas, sem autorização prévia por escrito dos autores, poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros.

Essa obra de referência foi concebida, em primeira instância, como subsídio ao estudo prático (presencial ou remoto) de gônadas e de embriões, totais ou seccionados em série, da coleção da Disciplina de Embriologia do Instituto de Biociências de Botucatu, mas poderá também ser utilizado por alunos sem acesso ao laminário completo, bem como ferramenta para pesquisadores na área de Biologia do Desenvolvimento, Toxicologia da Reprodução e do Desenvolvimento, Ciências Morfológicas, Biologia Estrutural e Reprodução Animal, dentre outras.

Embriologia Animal pode ser definida como o estudo do desenvolvimento ontogenético pré-natal ou pré-eclosão do ovo. Porém, o processo de fertilização, que dá origem à primeira célula do novo ser, é precedido pela formação dos gametas, células haploides. Por isso, para os propósitos desta obra, o processo da gametogênese, nos ovários e nos testículos de representantes de todas as Classes de Vertebrados, será abordado antes da descrição do desenvolvimento propriamente dito. Cabe-nos ressaltar que as nomenclaturas utilizadas para identificar estruturas nesse Atlas podem variar em diferentes publicações na área de Embriologia, assim como a nomenclatura zoológica.

O primeiro animal descrito é o ouriço-do-mar, pertencente ao Filo Equinodermata, o primeiro a apresentar deutrostomia. Essa é uma característica filogenética comum com os Cordados, dentre os quais estão os Vertebrados: Peixes, Anfíbios, Répteis, Aves e Mamíferos. Nesta obra o desenvolvimento do embrião de galinha será focado em maior detalhe.

Da coleção do Instituto de Biociências de Botucatu, foram utilizadas lâminas contendo embriões de aves, gônadas de ratos, gônadas de pombo, ovário de cadela e de feto humano, placenta e cordão umbilical humanos. As gônadas e embriões de peixes, gônadas de anfíbios, répteis e de aves pertencem à coleção particular da Profa. Talita Mazzoni. As secções sagitais de feto humano foram cedidas pelo Prof. Dr. Reinaldo Azoubel, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP.

A forma como os embriões de galinha são coletados e processados até a confecção das lâminas histológicas consta do primeiro capítulo.

Todo o material utilizado, sendo parte integrante de um acervo científico universitário, possui protocolo de comitê de ética para pesquisa e/ou ensino aprovado.

O conteúdo do Atlas estará em constante atualização. Sugestões para o seu aprimoramento deverão ser enviadas para atlas.embrio.ibb@unesp.br.

Saudações!

SUMÁRIO

1. CONFEÇÃO DE LÂMINAS COM EMBRIÕES DE GALINHA	9
2. GAMETOGENESE	17
2.1. ESPERMATOGÊNESE	17
2.1.1. TESTÍCULO DE PEIXE	17
2.1.2. TESTÍCULO DE ANFÍBIO	21
2.1.3. TESTÍCULO DE RÉPTIL	25
2.1.4. TESTÍCULO DE AVE.....	31
2.1.5. TESTÍCULO DE MAMÍFERO	37
2.2. OVOGÊNESE	42
2.2.1. OVÁRIO DE PEIXE.....	43
2.2.2. OVÁRIO DE ANFÍBIO	48
2.2.3. OVÁRIO DE RÉPTIL.....	52
2.2.4. OVÁRIO DE AVE	58
2.2.5. OVÁRIO DE MAMÍFERO	67
3. TIPOS DE OVOS E TIPOS DE CLIVAGEM	78
4. DESENVOLVIMENTO INICIAL DO OURIÇO-DO- MAR	80
5. DESENVOLVIMENTO INICIAL DOS PEIXES	88
5.1. CORTES SERIADOS TRANSVERSAIS	92
6. EMBRIÃO DE GALINHA COM 18h DE INCUBAÇÃO	102
6.1. MONTAGEM TOTAL	102
6.2. CORTES SERIADOS TRANSVERSAIS	106
7. EMBRIÃO DE GALINHA COM 24h DE INCUBAÇÃO	108
7.1. MONTAGEM TOTAL	108
7.2. CORTE SAGITAL.....	110
7.3. CORTES SERIADOS TRANSVERSAIS	111
8. EMBRIÃO DE GALINHA COM 33h DE INCUBAÇÃO	120
8.1. MONTAGEM TOTAL	121
8.2. CORTES SERIADOS TRANSVERSAIS	124
9. EMBRIÃO DE GALINHA COM 48h DE INCUBAÇÃO	134
9.1. MONTAGEM TOTAL	137
9.2. CORTES SERIADOS TRANSVERSAIS	139
10. EMBRIÃO DE GALINHA COM 72h DE INCUBAÇÃO	150
10.1. CORTE SAGITAL.....	152
10.2. CORTES SERIADOS TRANSVERSAIS	154
11. EMBRIÃO DE GALINHA COM 96h DE INCUBAÇÃO	168
12. EMBRIÃO DE GALINHA COM 6 DIAS DE INCUBAÇÃO	170
13. DESENVOLVIMENTO INICIAL DO SER HUMANO	172
14. DESENVOLVIMENTO INICIAL DO RATO	185

1. CONFECÇÃO DE LÂMINAS COM EMBRIÕES DE GALINHA

O embrião de galinha se desenvolve em três semanas e tem sido utilizado como organismo modelo para estudos embriológicos. São apresentados a seguir as etapas de coleta e processamento até a visualização das lâminas digitalizadas.

1. ETAPAS DE COLETA E PROCESSAMENTO

- 1) **Incubação dos ovos:** Os ovos são coletados após a postura e incubados em uma estufa com temperatura entre 38 e 42°C, permanecendo na incubadora durante o período necessário para atingir o estágio de desenvolvimento embrionário desejado. Comumente, são incubados por 18, 24, 33, 48, 72 ou 96 horas.
- 2) **Coleta de embriões:** Cada um dos ovos é quebrado e o seu conteúdo exposto numa placa de Petry contendo água. Com o auxílio de tesoura, espátula e pincéis, a membrana vitelínica e o excesso de vitelo são removidos e o embrião retirado.
- 3) **Fixação:** Os embriões coletados são fixados em solução Bouin por 24 horas. Para a preparação da solução Bouin é utilizado 75ml de ácido pícrico saturado, 25ml de formaldeído (P.A.) e 5ml de ácido acético glacial.
- 4) **Desidratação:** Os embriões fixados são lavados diversas vezes em uma solução de álcool 70% amoniacal até a retirada total da solução de Bouin e transferidos para uma solução de álcool etílico 70%.
- 5) **Triagem:** Os embriões são observados com o auxílio de uma lupa e selecionados para montagem total e para cortes seriados, de acordo com o estágio de desenvolvimento embrionário desejado.
- 6) **Coloração:** O material selecionado é hidratado e transferido para uma solução de Hematoxilina, na qual permanece até estar totalmente corado. O



excesso de corante é retirado e o material lavado em água. Em seguida, os embriões utilizados para montagem total são transferidos para uma solução de diferenciador (99ml de álcool etílico 70% + 1ml ácido clorídrico P.A.).

- 7) **Desidratação:** Os embriões são desidratados em álcool 70%, 80%, 95% e 100% durante 20 minutos em cada solução, sendo que a cada 10 minutos a solução é substituída.
- 8) **Diafanização:** O material é diafanizado em álcool absoluto + xilol, xilol I e xilol II, permanecendo 10, 5 e 3 minutos, respectivamente, em cada uma das soluções.

1.1. Montagem total

Cada embrião é depositado sobre uma lâmina com resina Permout ou Entellan (meio de montagem). Para montagem de embriões com uma espessura maior (acima de 33 horas de desenvolvimento), são utilizadas lâminas escavadas. Com o auxílio do microscópio, a posição correta do embrião na lâmina é verificada e, em seguida, a lamínula é colocada para a montagem permanente da lâmina.

1.2. Montagem de cortes seriados

- 1) **Parafinização (infiltração):** Os embriões selecionados para cortes seriados são colocados em um frasco contendo 50% de xilol e 50% de paraplast (parafina + plástico), durante 1 hora na estufa a 62°C, após o derretimento total do paraplast. Em seguida, o material é transferido para o paraplast puro, permanecendo por mais 1 hora na estufa.
- 2) **Inclusão:** Cada um dos embriões é colocado numa pequena caixa de papel contendo paraplast fundido, de modo que a região cefálica do embrião permaneça direcionada para uma das paredes da caixa e próximo a ela. Após o tempo mínimo de 4 horas para solidificação do paraplast, os bloquinhos são desbastados com o auxílio de uma chapa quente e presos à madeira.
- 3) **Microtomia:** Os cortes seriados de 10µm de espessura são obtidos em micrótomo equipado com navalha de aço e depositados em lâminas

histológicas obedecendo a posição da esquerda para direita, de cima para baixo e no sentido céfalo-caudal do embrião. As lâminas são limpas com solução de álcool-éter e sobre elas é aplicada albumina + glicerina para garantir a aderência dos cortes à lâmina. As lâminas são transferidas para uma chapa quente para distender os cortes. Em seguida, as lâminas são levadas à estufa, permanecendo “over night”, para o início da desparafinização e aderência dos cortes.

- 4) Desparafinização:** As lâminas recebem 3 banhos de xilol, permanecendo por 15 minutos em cada solução.
- 5) Hidratação:** As lâminas são imersas em soluções de álcool 100%, 90%, 80%, 70% e em água.
- 6) Coloração:** Tradicionalmente, os cortes seriados são corados com Hematoxilina e Eosina (HE). As lâminas são imersas em solução de Hematoxilina por 1.5 minuto; o excesso do corante é retirado e as lâminas são lavadas em água e em álcool 95%. Em seguida, as lâminas são submetidas à coloração de Eosina, permanecendo na solução durante 3 minutos e novamente lavadas em água.
- 7) Desidratação:** A desidratação do material é feita com banhos em álcool 70%, 80%, 90%, álcool absoluto I e álcool absoluto II.
- 8) Diafanização:** A diafanização do material é feita com banhos em álcool absoluto + xilol, xilol I e xilol II.
- 9) Montagem:** As lamínulas são coladas sobre as lâminas utilizando-se um meio de montagem como resina Permout ou Entellan, para a montagem permanente da lâmina histológica.

CONFECÇÃO DE LÂMINAS



Os ovos são coletados após a postura e incubados em uma estufa com temperatura entre 38 e 42°C.



Após a incubação, os ovos são selecionados e quebrados a fim de expor o embrião.



São feitas 4 incisões nos pontos cardeais para extravasar a gema.



O embrião é removido e limpo.

Figura 1. Confeção de lâminas histológicas para embriologia: preparação dos embriões.

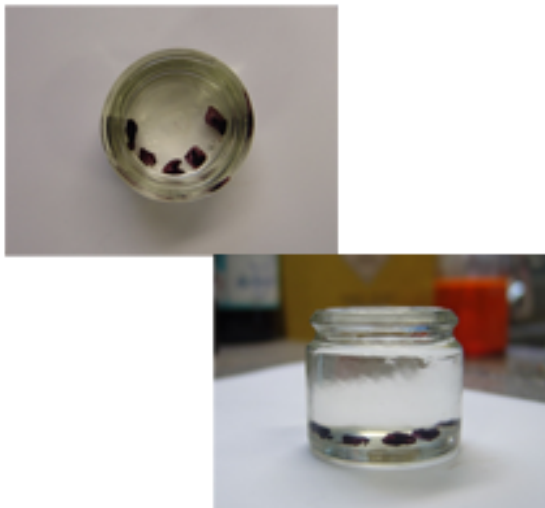
CONFECÇÃO DE LÂMINAS



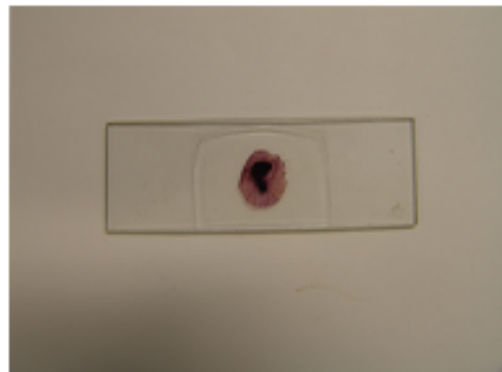
Embriões limpos.



Lupa utilizada para selecionar os embriões que são mais adequados para a confecção de lâminas com montagens totais ou cortes seriados transversais.



Embriões que serão utilizados para preparar lâminas com montagem total.



Exemplo de lâmina escavada com um embrião de galinha em montagem total.

Figura 2. Confecção de lâminas histológicas para embriologia: preparação dos embriões.

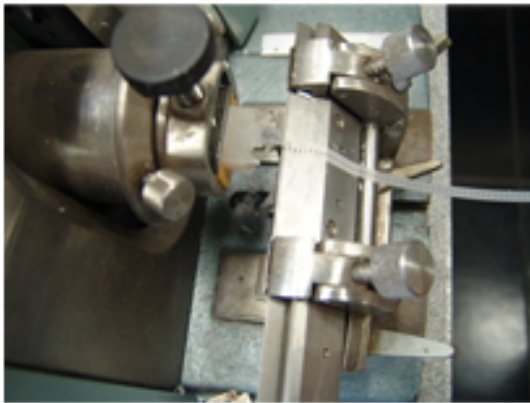
CONFECÇÃO DE LÂMINAS



Os embriões que foram selecionados para a confecção de lâminas com cortes seriados transversais são incluídos em parafina.



O material é levado ao micrótomo calibrado para 10 μ m por corte seriado.



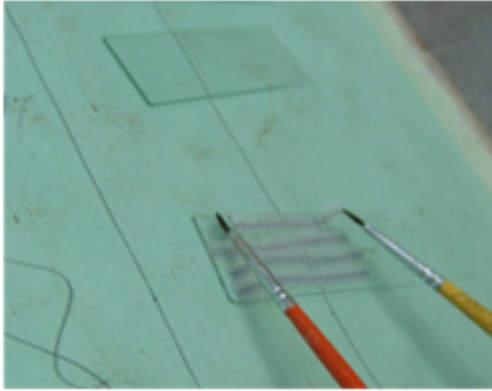
Os cortes seriados saem unidos do micrótomo.



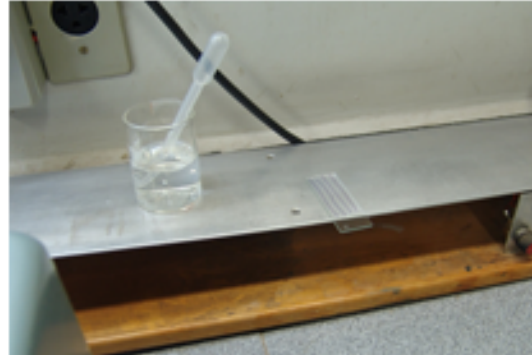
As lâminas são tratadas com albumina para ajudar a espalhar a água e proporcionar a adesão dos cortes.

Figura 3. Confecção de lâminas histológicas para embriologia: preparação dos embriões.

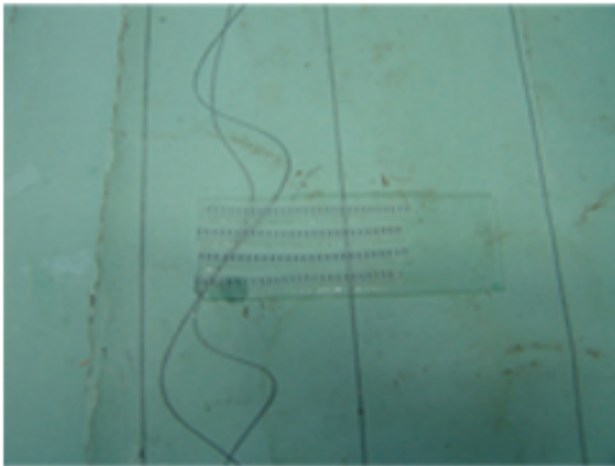
CONFECÇÃO DE LÂMINAS



Cuidadosamente, as fitas contendo os cortes seriados são organizadas em fileiras um pouco menores que as lâminas, uma vez que sofrerão expansão.



A lâmina é aquecida em chapa quente para adesão dos cortes seriados.



RESULTADO FINAL

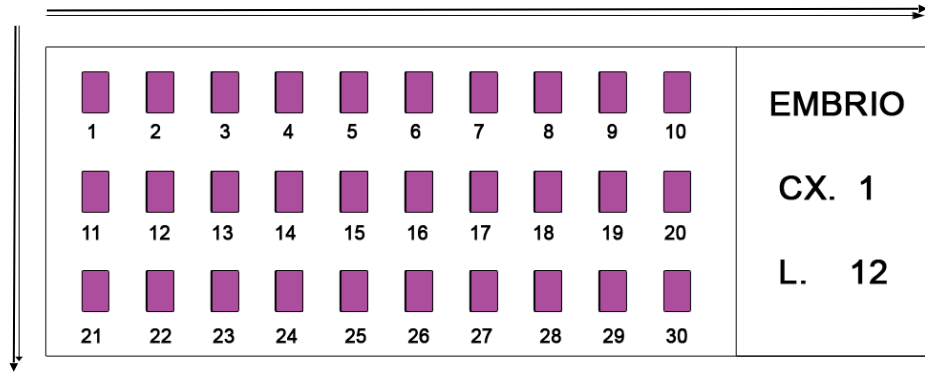
Acima: Lâmina com cortes seriados transversais.

Ao lado: A primeira lâmina contém uma montagem total e as seguintes apresentam cortes seriados transversais.

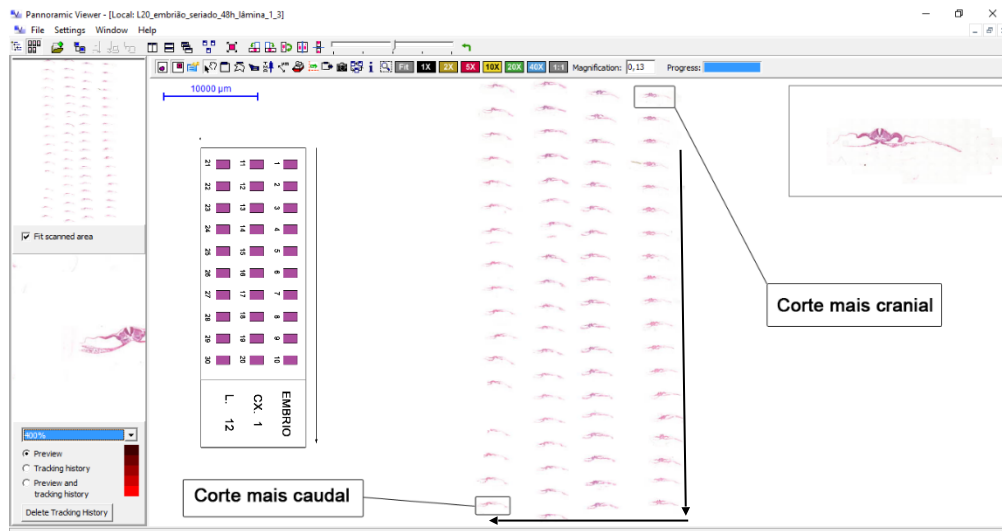


Figura 4. Confecção de lâminas histológicas para embriologia: preparação dos embriões.

LEITURA DA LÂMINA COM CORTES SERIADOS



Os cortes seriados são dispostos nas lâminas da esquerda para a direita e de cima para baixo, como exemplifica a figura. Dessa forma, será observado no microscópio óptico cortes mais craniais acima e à esquerda (1) e cortes mais caudais abaixo e à direita (30).



Outra alternativa para o estudo das lâminas com cortes seriados é a utilização de softwares específicos como o Panoramic Viewer. A lâmina é digitalizada e o arquivo gerado corresponde à lâmina rotacionada 90° em sentido horário. Ou seja, no programa, o corte mais cranial é o do canto superior direito, seguido pelo corte abaixo dele e toda essa fileira vertical. Em sequência, observa-se a fileira à esquerda da primeira e assim sucessivamente até atingir o corte mais caudal, localizado no canto inferior esquerdo. Caso a lâmina esteja orientada de forma diferente, sugere-se que sejam observados os cortes dos 4 cantos afim de identificar qual é mais cranial e qual é mais caudal. Após a identificação do mais cranial, seguir a sequência de cortes em direção caudal como demonstrado nas figuras.

Figura 5. Leitura das lâminas histológicas digitalizadas utilizando o software Panoramic Viewer.

2. GAMETOGENESE

A **gametogênese** é o processo de formação de gametas, células haploides que se fundem e formam o zigoto, uma célula diploide que é responsável pela formação de um novo organismo. Nos machos, é chamada de **espermatogênese** e origina os espermatozoides. Nas fêmeas, o processo é denominado **ovogênese** e origina o ovócito secundário.

2.1. ESPERMATOGÊNESE

Em mamíferos, de forma geral, a espermatogênese ocorre de maneira similar. Dessa forma, o estudo que será feito a seguir do testículo de rato representa de maneira satisfatória o processo que ocorre em todos os animais dessa classe: o avanço na espermatogênese da periferia para o centro do túbulo seminífero. No gafanhoto, um invertebrado, ela ocorre de maneira diferenciada. O testículo desse inseto é dividido em lóbulos, os quais, por sua vez, estão subdivididos em cistos. Cada cisto contém células germinativas em determinada fase da espermatogênese, sendo que as células menos avançadas se localizam nos cistos mais apicais e as mais avançadas nos basais. Dentre os vertebrados, os peixes e anfíbios possuem, também, espermatogênese cística.

Em relação ao tipo de espermatozoide, o flagelado é o mais comum. Apenas alguns invertebrados possuem espermatozoides ameboides, tais quais os vermes do gênero *Ascaris*, anelídeos e moluscos.

2.1.1. TESTÍCULO DE PEIXE

Nos peixes, a espermatogênese é cística. Cada cisto contém células da linhagem germinativa em determinada fase da espermatogênese e elas se mantêm unidas por pontes citoplasmáticas até o momento da espermiogênese, quando, após sua finalização, os espermatozoides são liberados na luz do túbulo seminífero. A seguir, serão exibidas figuras de duas espécies de peixes: *Tanichthys albonubes* e *Gymnocorymbus ternetzi*.



01) Espermatogônia: São as maiores células presentes no testículo. Possuem núcleo esférico e nucléolos evidentes. Embora não sejam diferenciadas neste Atlas, podem ser identificadas espermatogônias primárias e secundárias. As células da linhagem germinativa de um cisto originam todas da mesma espermatogônia primária a qual, por mitose, forma espermatogônias secundárias. Estas formarão os espermatócitos primários.

02) Espermatócito: Os espermatócitos primários são observados em prófase e com núcleo grande ocupando quase toda a célula. Os espermatócitos secundários são células de duração muito curta e, portanto, difíceis de serem observadas nos túbulos seminíferos. São identificados pelas figuras características de metáfase.

03) Espermátide: São células menores que as descritas anteriormente e que apresentam o núcleo condensado. Durante a espermiogênese, os restos citoplasmáticos são fagocitados pela célula de Sertoli. Ao término do processo de diferenciação da espermátide em espermatozoide, este é liberado na luz do túbulo seminífero.

04) Espermatozoide: São as células de núcleo bem condensado e esférico observadas na luz do túbulo seminífero. Possuem flagelo e participam da fecundação, na maioria das vezes, externa. Os espermatozoides dos peixes teleósteos não possuem acrossoma e a fertilização é facilitada pela micrópila, estrutura que será melhor descrita posteriormente.

05) Célula de Sertoli: Nos peixes, a célula de Sertoli comporta-se como a parede dos cistos espermatogênicos. Possui, nessas imagens, um núcleo bem corado e de aspecto triangular.

06) Célula de Leydig: Estão presentes no compartimento intersticial, entre os túbulos seminíferos, junto com tecido conjuntivo, vasos e fibroblastos. Nestas imagens, possuem núcleo de aspecto arredondado.

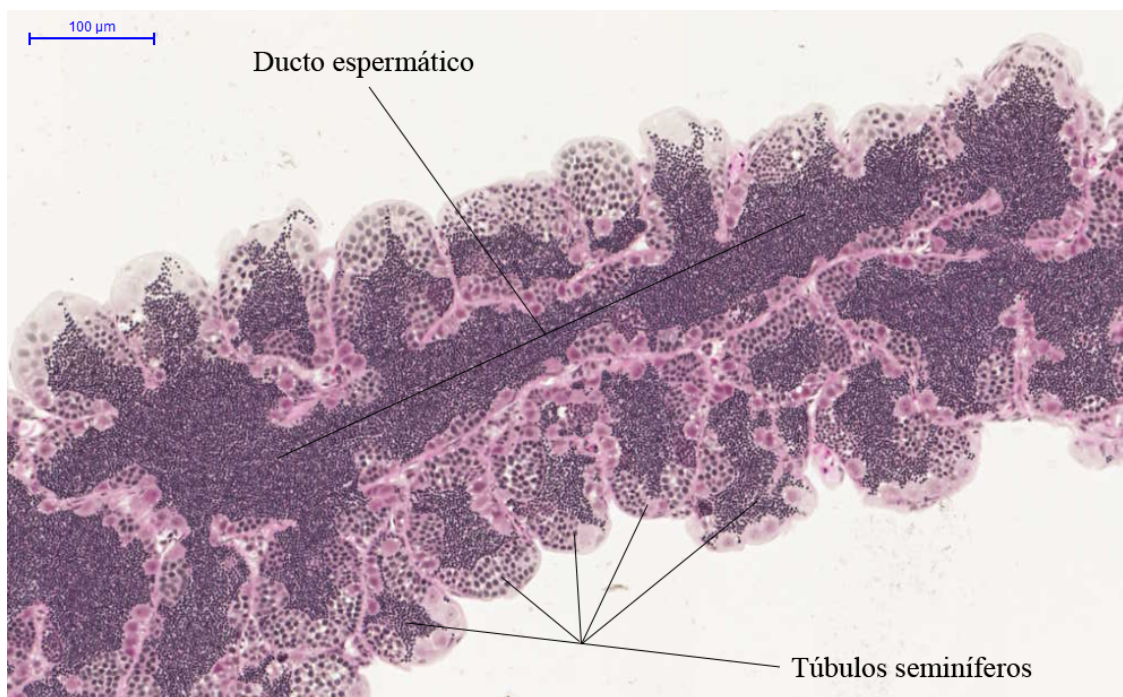


Figura 6. Corte histológico de testículo de peixe (*Tanichthys albonubes*) evidenciando o ducto espermático e túbulos seminíferos. Corado em HE. Aumento de 100X.

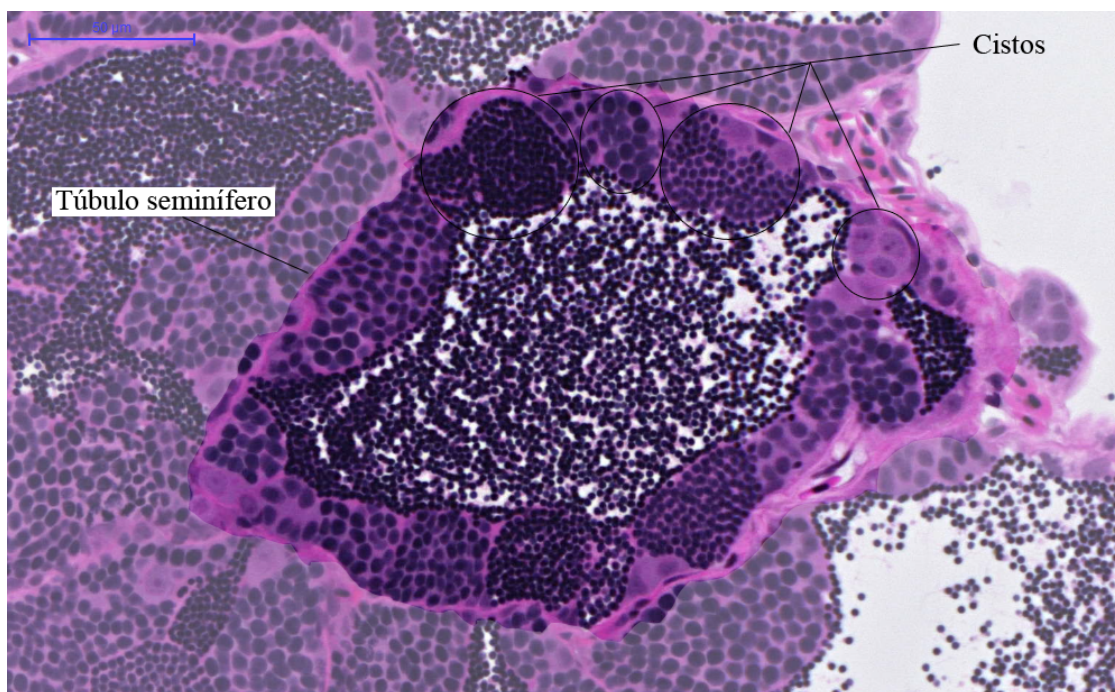


Figura 7. Corte histológico de testículo de peixe (*Gymnocorymbus ternetzi*) evidenciando um túbulo seminífero (região mais escura) e os cistos. Corado em HE. Aumento de 200X.

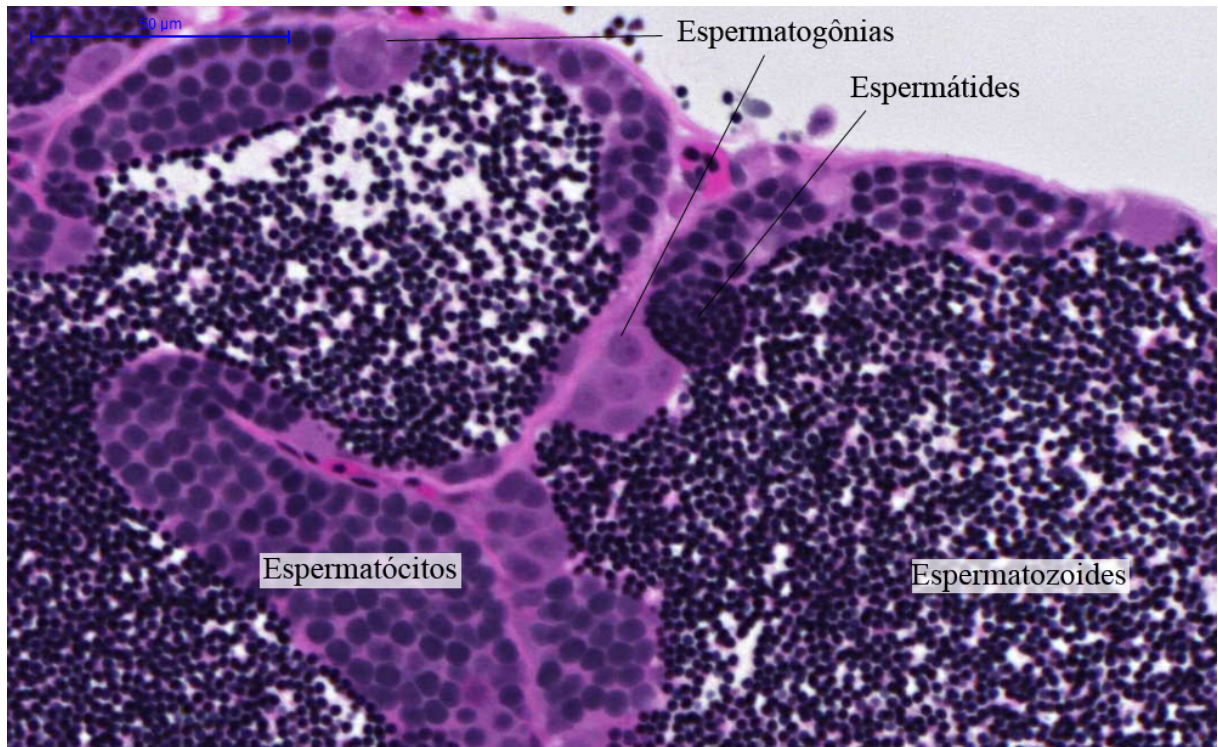


Figura 8. Corte histológico de testículo de peixe (*Gymnocorymbus ternetzi*), evidenciando os cistos com células em diferentes fases da espermatogênese e espermatozoides na luz do tubo. Corado em HE. Aumento de 400X.

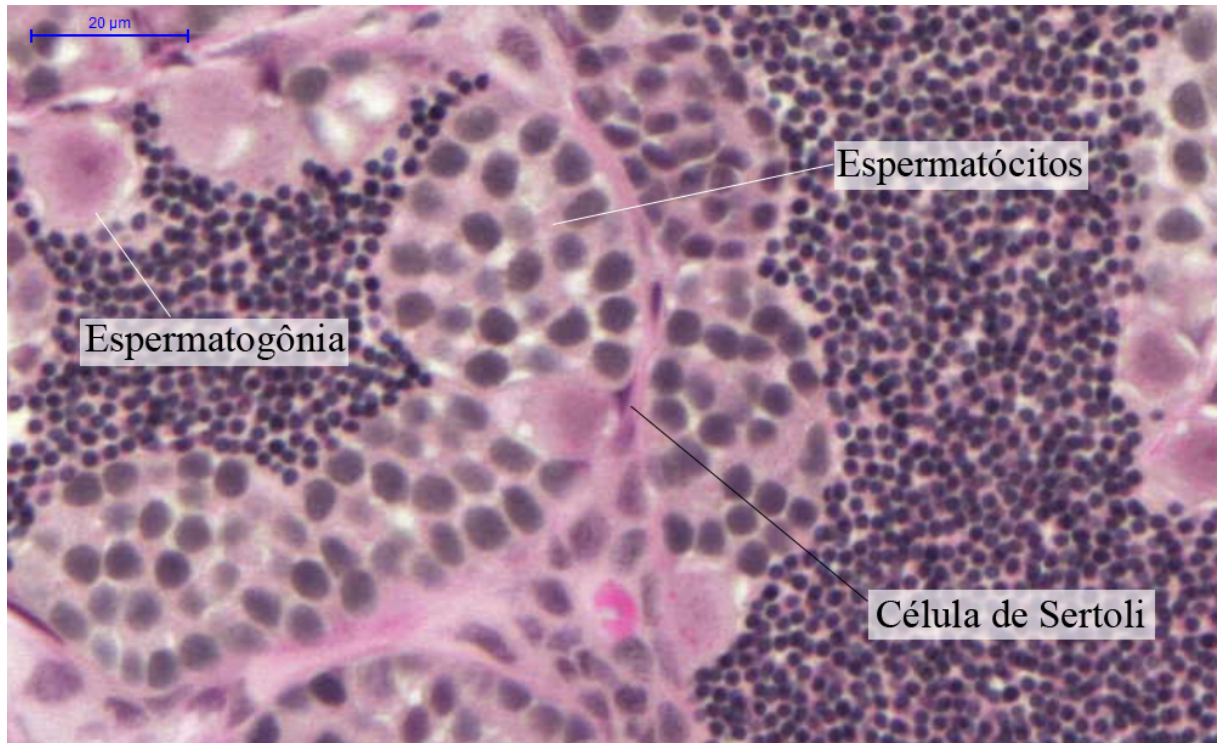


Figura 9. Corte histológico de testículo de peixe (*Gymnocorymbus ternetzi*). Corado em HE. Aumento de 1000X.

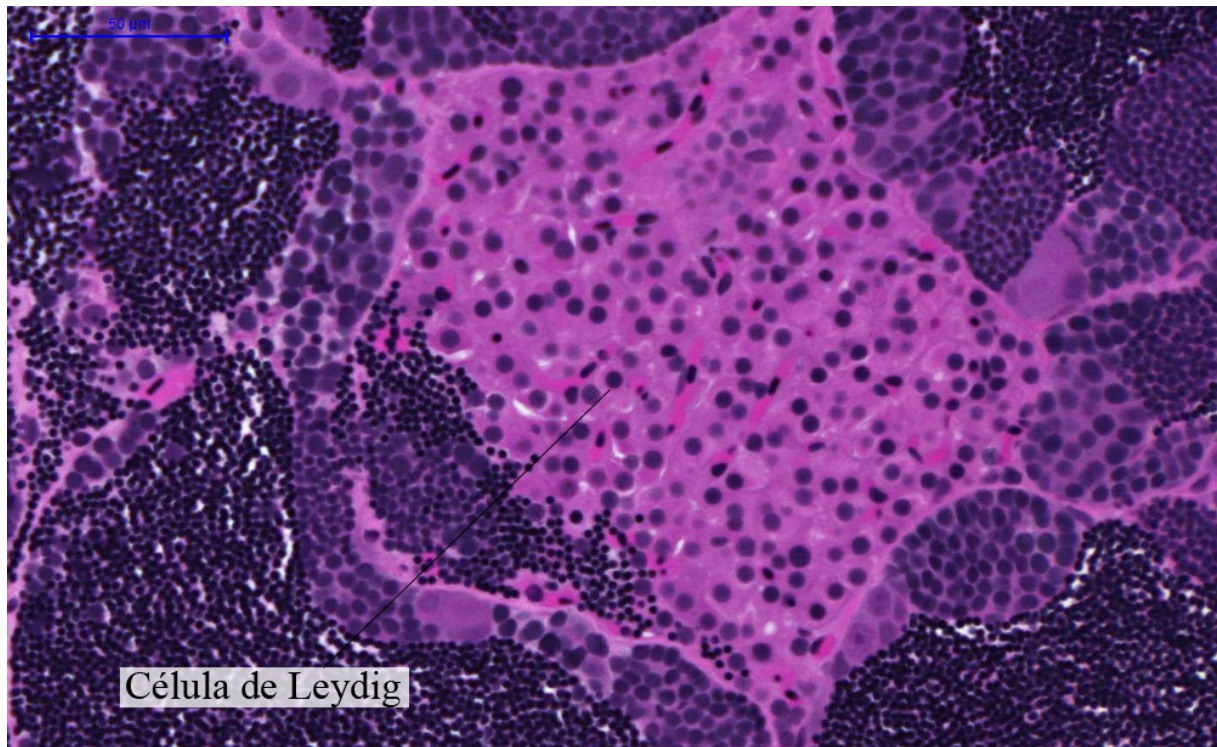


Figura 10. Corte histológico de testículo de peixe (*Gymnocorymbus ternetzi*), evidenciando a Célula de Leydig. Corado em HE. Aumento de 400X.

2.1.2. TESTÍCULO DE ANFÍBIO

O testículo de anfíbio é revestido por uma túnica albugínea, a qual delimita túbulos seminíferos. Dentro deles, encontram-se células da linhagem germinativa organizadas em cistos. Dessa forma, o processo espermatogênico é similar ao dos peixes: cada cisto contém células da linhagem germinativa no mesmo estágio de diferenciação. A morfologia testicular dos anfíbios também depende das condições de temperatura e umidade, as quais influenciam nas épocas reprodutivas. A seguir, serão apresentados cortes transversais de testículo de *Dendropsophus minutus*, uma espécie de perereca (anuro).

01) Espermatogônia: São células volumosas com núcleo pouco corado de cromatina descondensada e nucléolos evidentes. Embora não sejam diferenciadas neste Atlas, podem ser identificadas espermatogônias primárias e secundárias. As células da linhagem germinativa de um cisto originam todas da mesma espermatogônia primária a qual, por mitoses, forma espermatogônias secundárias. Estas formarão os espermátocitos primários.

02) Espermatócito Primário: São um pouco menores que as espermatogônias. Comumente serão observados em prófase I, mas também é possível encontrar em outros estágios da meiose.

03) Espermatócito Secundário: São células de curta duração e, portanto, difíceis de serem observadas. Possuem a cromatina condensada, caracterizando as figuras de metáfase.

04) Espermátide: Oriundas do término da divisão meiótica, são células menores que as anteriores. Podem ser vistas em seu aspecto arredondado com cromatina menos compactada, ou então mais alongadas e com cromatina condensada devido ao avanço no processo de espermiogênese. São encontradas no interior dos cistos ou, em estágios tardios da diferenciação, no lúmen dos túbulos seminíferos, organizadas em feixes paralelos, permanecendo acopladas às Células de Sertoli.

05) Espermatozoide: Os espermatozoides de anfíbio possuem a cabeça alongada e núcleo com cromatina extremamente condensada. São encontrados soltos no lúmen do túbulo seminífero.

06) Célula de Sertoli: Formam as paredes dos túbulos seminíferos e possuem o núcleo com aspecto piramidal que pode ter um nucléolo visível.

07) Célula de Leydig: Estão localizadas no interstício próximo a vasos e possuem núcleo redondo ou oval, sendo que nucléolos podem ser ou não evidentes.

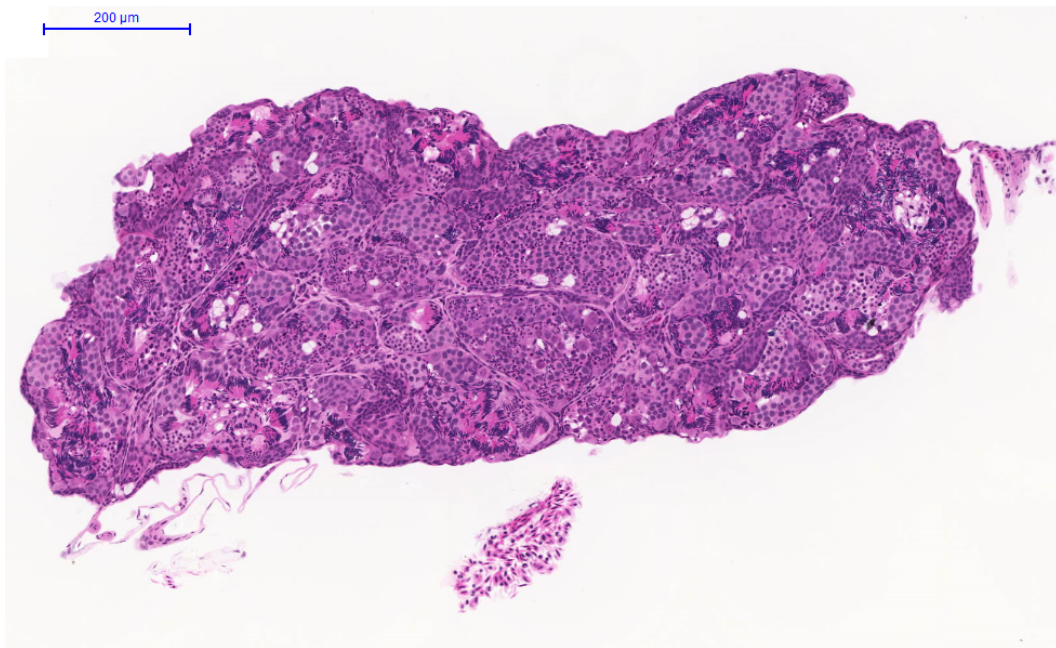


Figura 11. Corte histológico de testículo de anfíbio (*Dendropsophus minutus*). Corado em HE. Aumento de 70X.

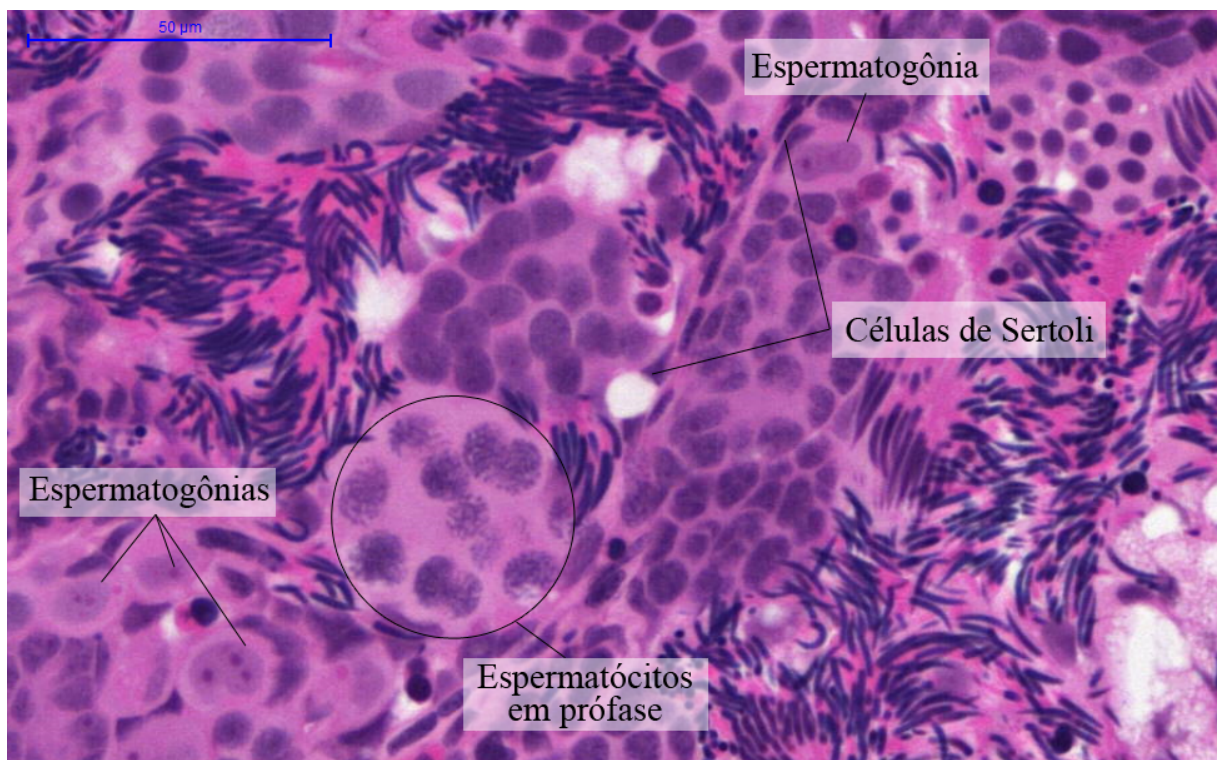


Figura 12. Corte histológico de testículo de anfíbio (*Dendropsophus minutus*). Corado em HE. Aumento de 500X.

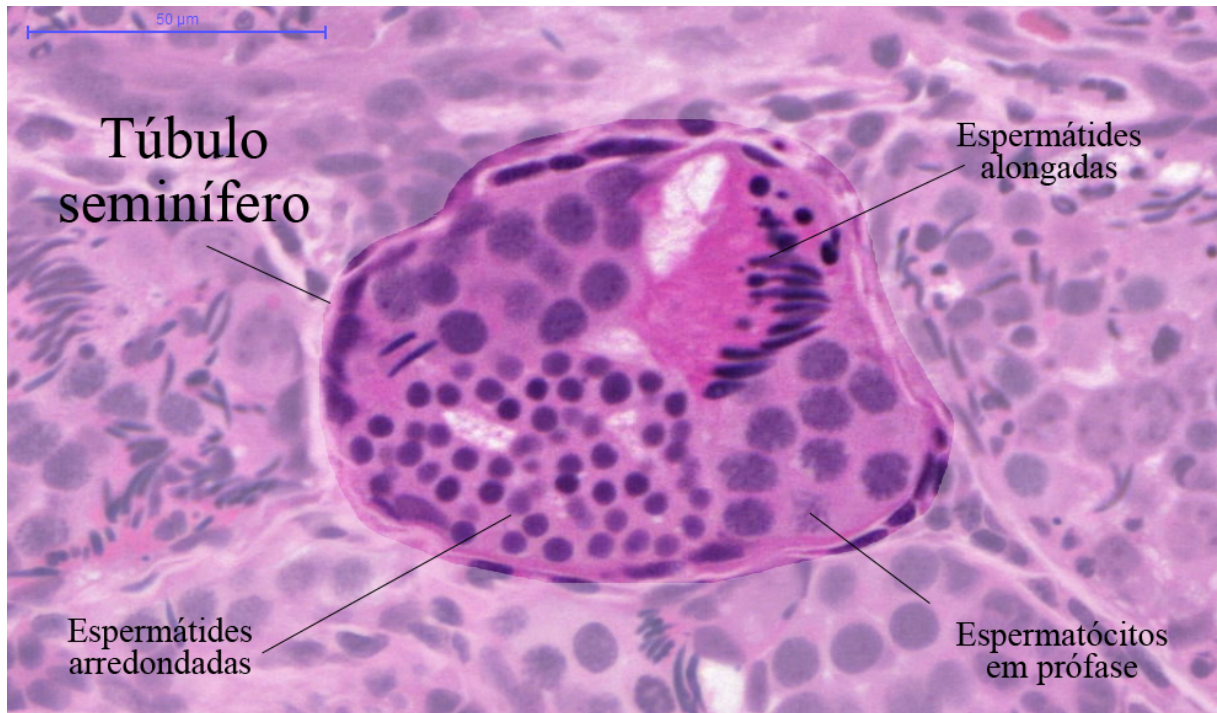


Figura 13. Corte histológico de testículo de anfíbio (*Dendropsophus minutus*), evidenciando um túbulo seminífero (mais escuro) com cistos contendo células em diferentes fases da espermatogênese. Corado em HE. Aumento de 500X.

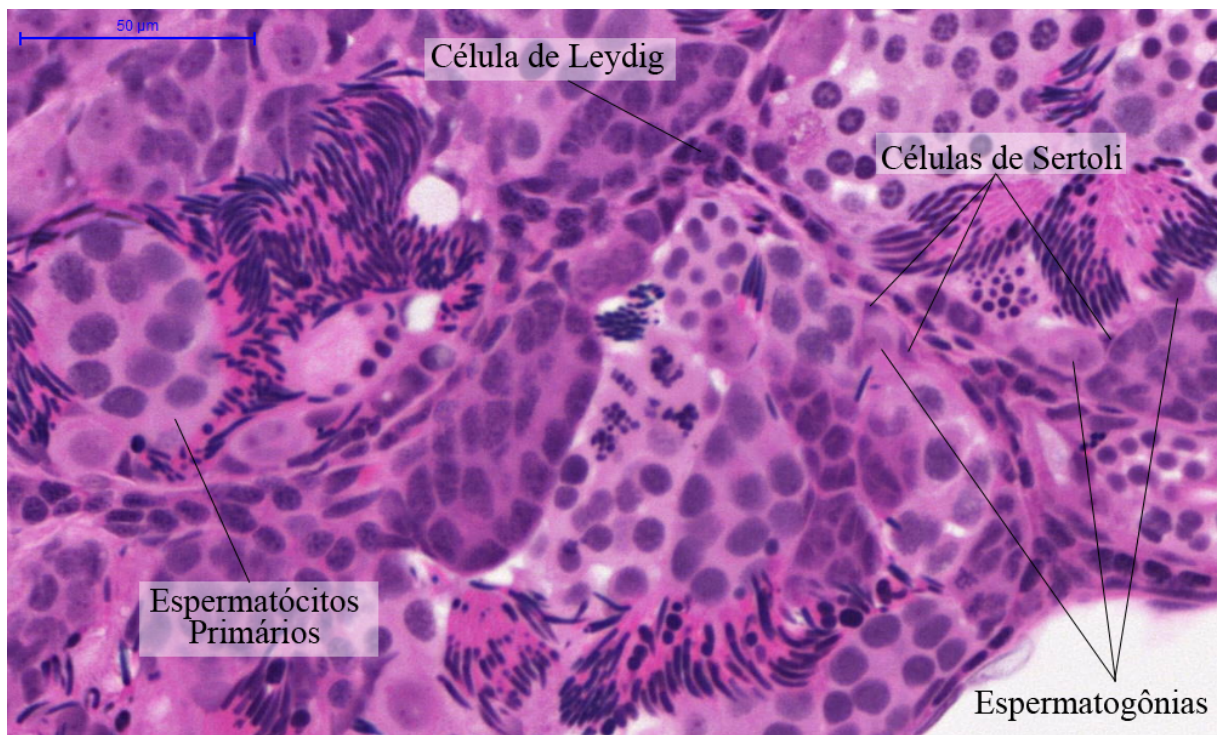


Figura 14. Corte histológico de testículo de anfíbio (*Dendropsophus minutus*). Corado em HE. Aumento de 400X.

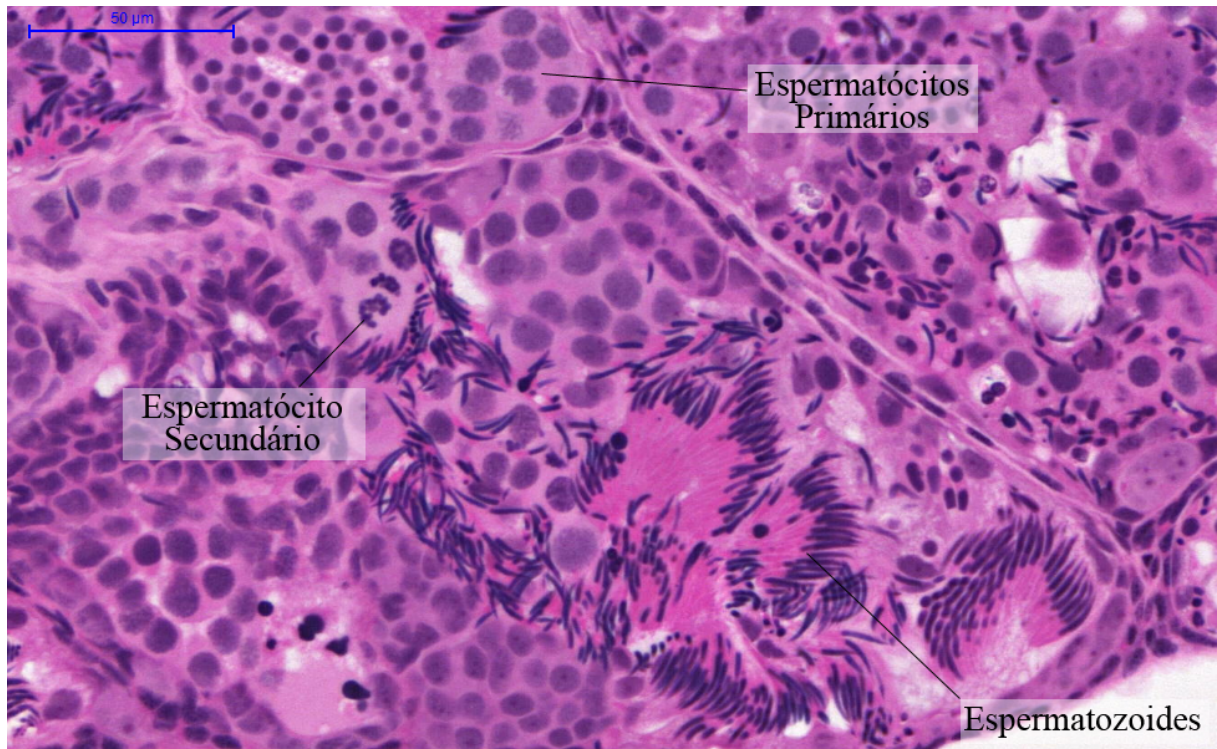


Figura 15. Corte histológico de testículo de anfíbio (*Dendropsophus minutus*). Corado em HE. Aumento de 340X.

2.1.3. TESTÍCULO DE RÉPTIL

Os répteis apresentam testículos tubulares, nos quais diversas gerações de células germinativas se desenvolvem de maneira sincronizada e, durante seu desenvolvimento, estas se deslocam ao longo do epitélio germinativo, a partir da membrana basal até a lúmen do túbulo seminífero, enquanto se dá o processo de espermatogênese. Durante este processo, as células germinativas iniciais (espermatogônias) se dividem por mitose e/ou entram em meiose até se diferenciarem em espermatozoides. Para representar os répteis, serão apresentadas figuras de testículo do lagarto *Tropidurus* sp.

01) Espermatogônia: Estão localizadas na base do epitélio seminífero sobre com a membrana basal. Durante a espermatogênese, proliferam por mitose, produzindo uma grande população de espermatogônias (espermatogônia A) e/ou entram em meiose (espermatogônia B), dando origem aos espermatócitos primários. As espermatogônias são células arredondadas com núcleos esféricos, contendo heterocromatina granular com um ou dois nucléolos evidentes.

02) Espermátócito: São células esféricas com núcleo arredondado e basofílico. Por estarem em prófase, seus núcleos apresentam diferentes padrões de condensação da cromatina (de granular a filamentososa), caracterizando os espermátócitos primários. Os espermátócitos secundários são menores que os primários e identificados pelas figuras características de metáfase. Por se tratar de uma fase mais rápida, sua observação no epitélio germinativo é mais rara.

03) Espermátide: Em seus estágios iniciais (espermátide arredondada), são células esféricas e menores, em comparação com os espermátócitos secundários. Apresentam núcleo esférico com cromatina finalmente granular. Ao passar pela espermiogênese, as espermátides sofrem mudanças morfológicas, que incluem a formação do sistema acrossomal, condensação e alongamento do núcleo e formação do flagelo. Seu estágio final (espermátide alongada) é caracterizado pela fácil visualização do flagelo projetando-se para o lúmen. A espermátide final está prestes a ser liberada no lúmen.

04) Espermatozoide: São células de núcleo alongado e bastante condensado. São observados no lúmen do túbulo seminífero. Possuem flagelo longo e fino. Os espermatozoides maduros serão transportados através dos ductos eferentes para o epidídimo, onde irão sofrer maturação final e ganharão alta motilidade. Esses espermatozoides ficarão estocados no epidídimo até a próxima cópula.

05) Célula de Sertoli: As células de Sertoli formam um epitélio permanente nos répteis e são distribuídas em torno da circunferência dos túbulos seminíferos, estando apoiadas sobre a membrana basal. Têm um núcleo basal, frequentemente de formato triangular com um ou dois nucléolos.

06) Célula de Leydig: Estão presentes no compartimento intersticial, entre os túbulos seminíferos. São células arredondadas com núcleo arredondado, descompactado e nucléolo evidente. Além das células de Leydig, observam-se no compartimento intersticial os componentes do tecido conjuntivo, constituído por fibroblastos, colágeno, células mióides, fibras nervosas e vasos sanguíneos.

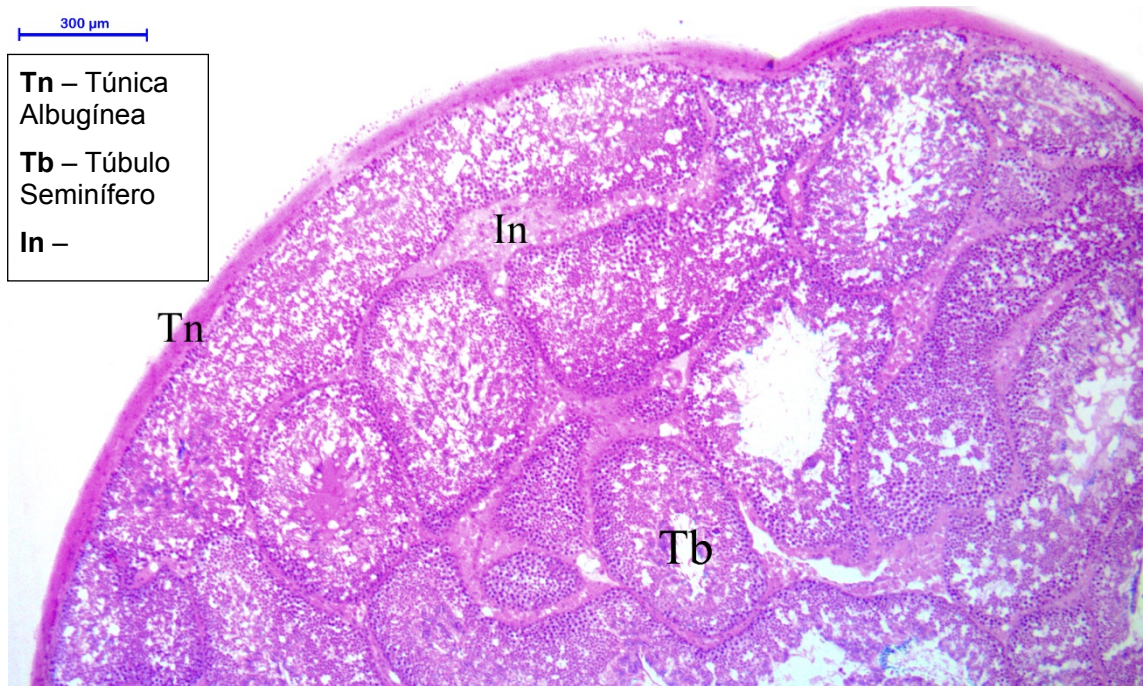


Figura 16. Corte histológico de testículo de lagarto (*Tropidurus* sp.), evidenciando a túnica albugínea e os túbulos seminíferos. Corado em HE. Aumento de 40X.

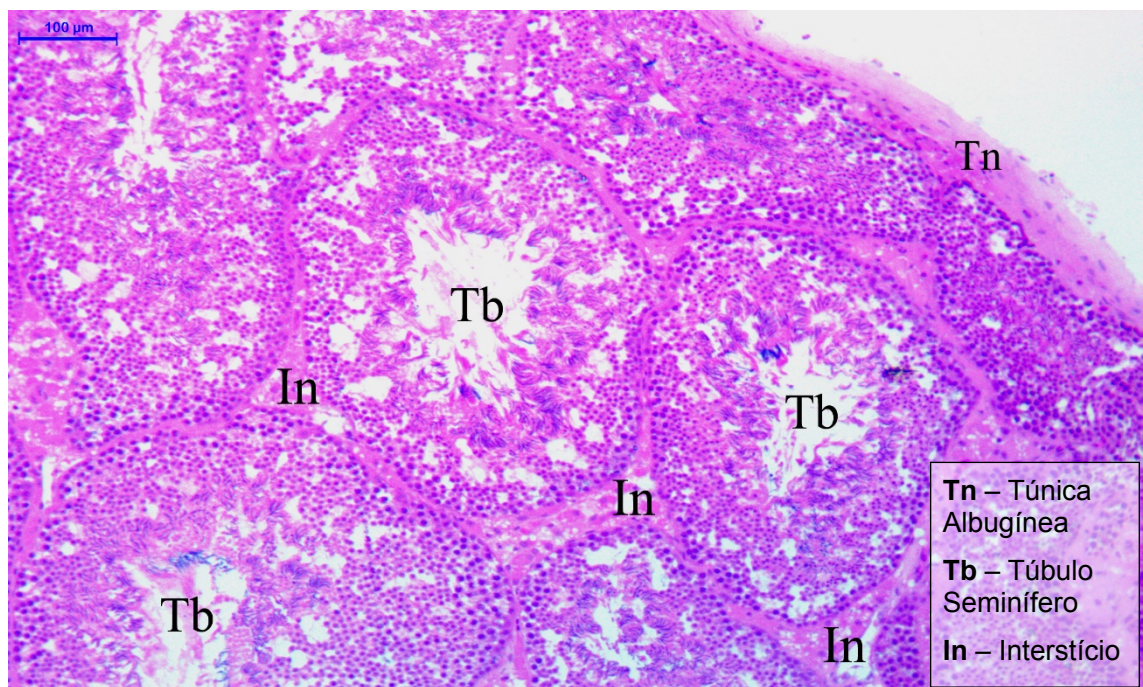


Figura 17. Corte histológico de testículo de lagarto (*Tropidurus* sp.), evidenciando os túbulos seminíferos e o interstício. Corado em HE. Aumento de 100X.

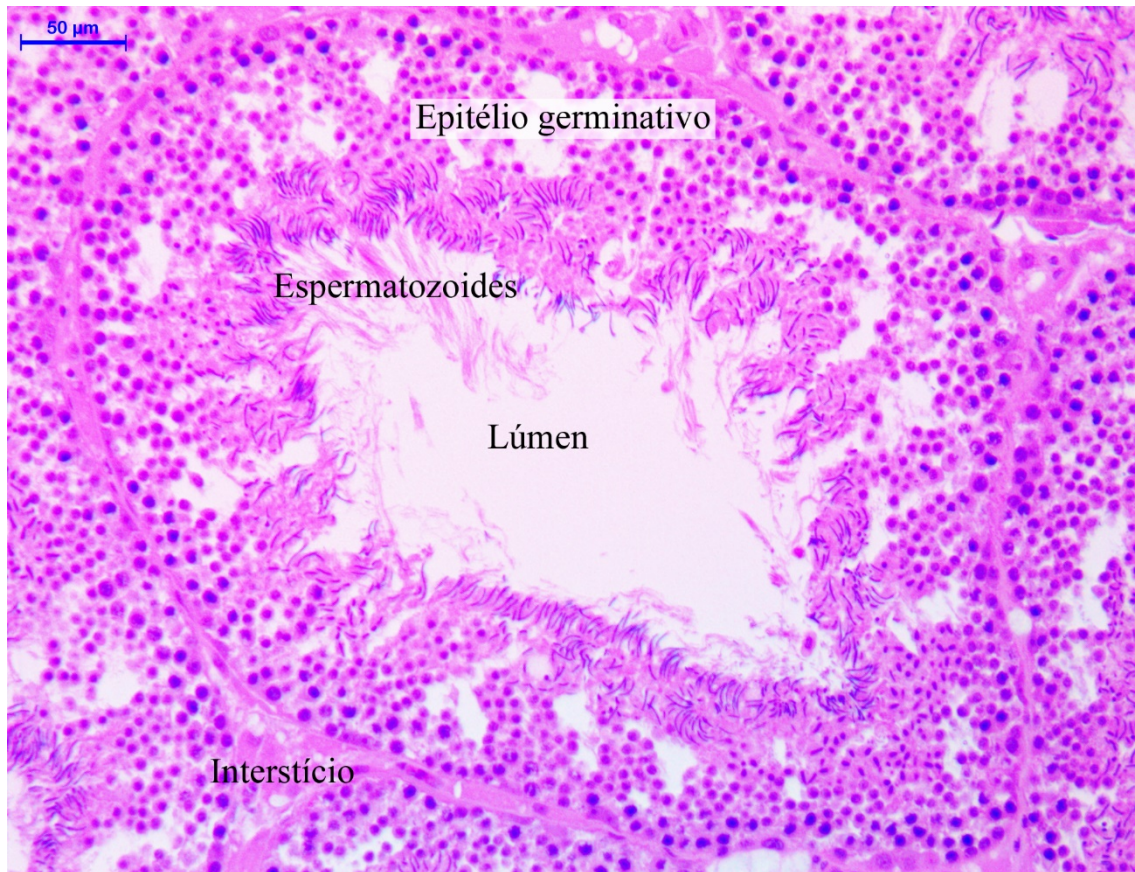


Figura 18. Corte histológico de testículo de lagarto (*Tropidurus* sp.), evidenciando o epitélio germinativo de um túbulo seminífero. Corado em HE. Aumento de 200X.

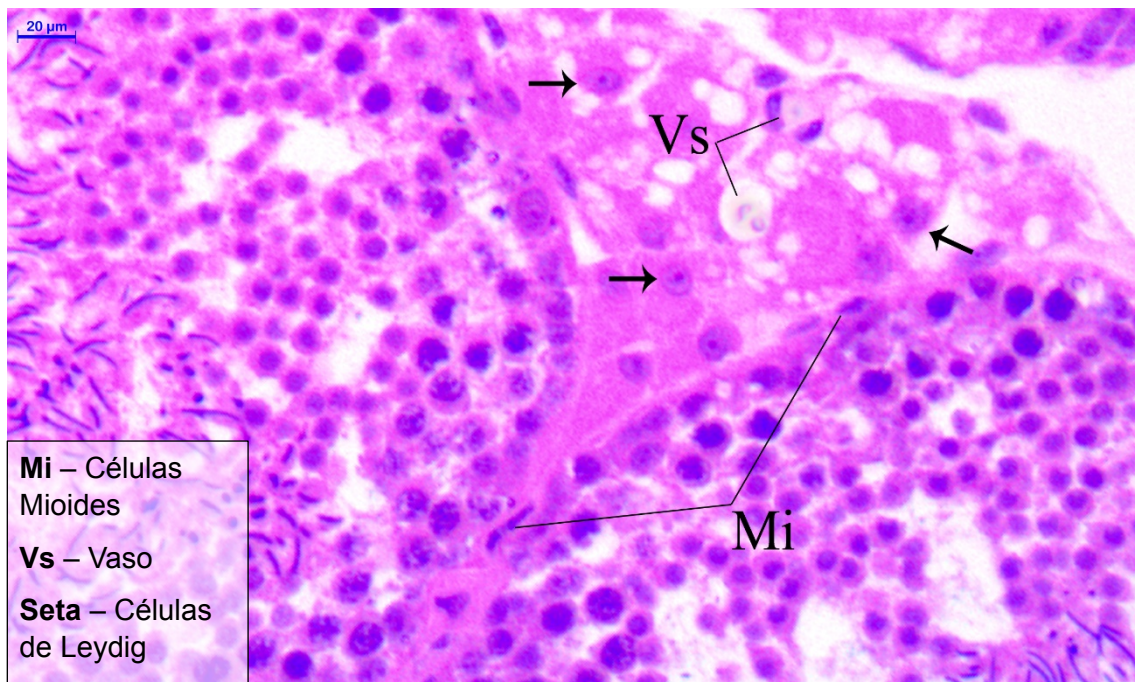


Figura 19. Corte histológico de testículo de lagarto (*Tropidurus* sp.), evidenciando o espaço intersticial, com células de Leydig, vasos sanguíneos e células mioides. Corado em HE. Aumento de 400X.

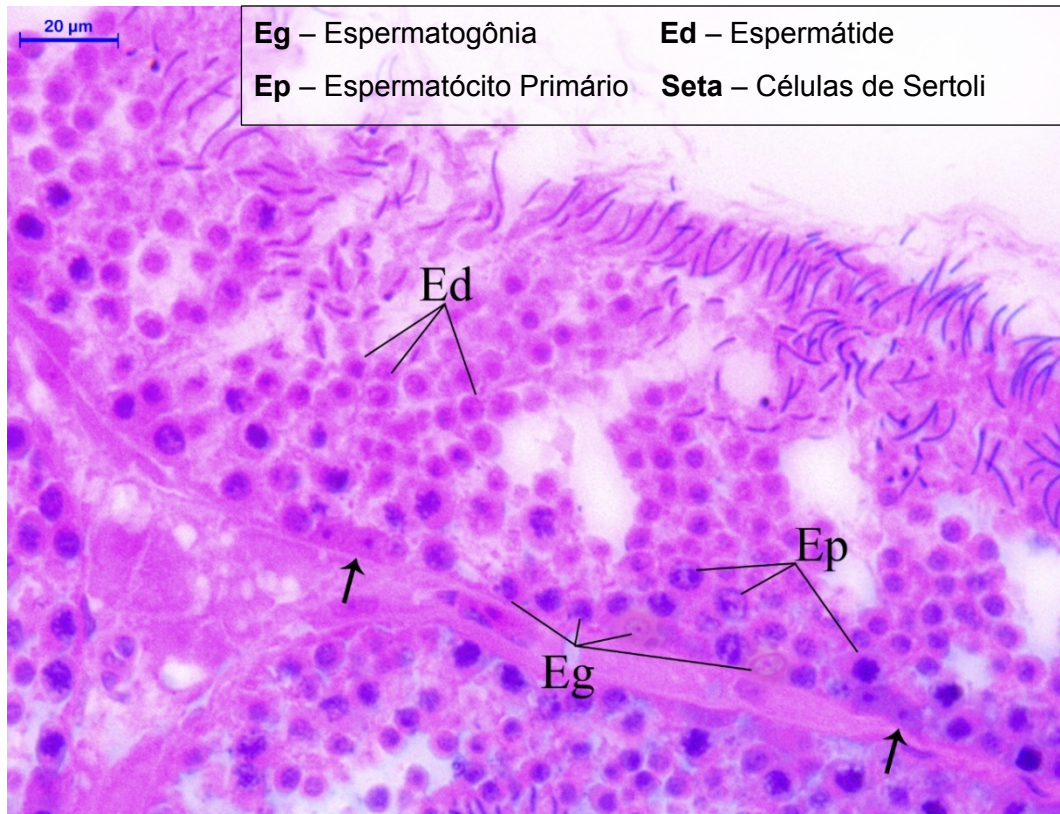


Figura 20. Corte histológico de testículo de lagarto (*Tropidurus* sp.), evidenciando o túbulo seminífero, com células em diversas fases da espermatogênese e células de Sertoli. Corado em HE. Aumento de 400X.

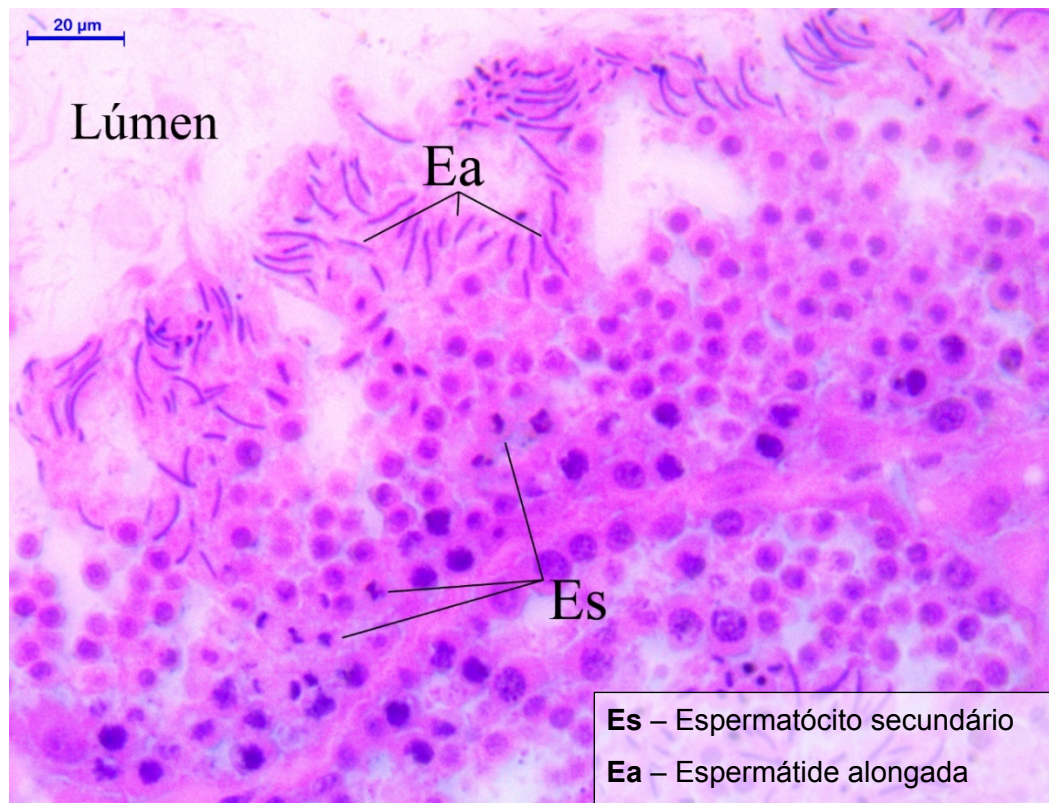


Figura 21. Corte histológico de testículo de lagarto (*Tropidurus* sp.), evidenciando os espermatócitos secundários e as espermátides alongadas. Corado em HE. Aumento de 400X.

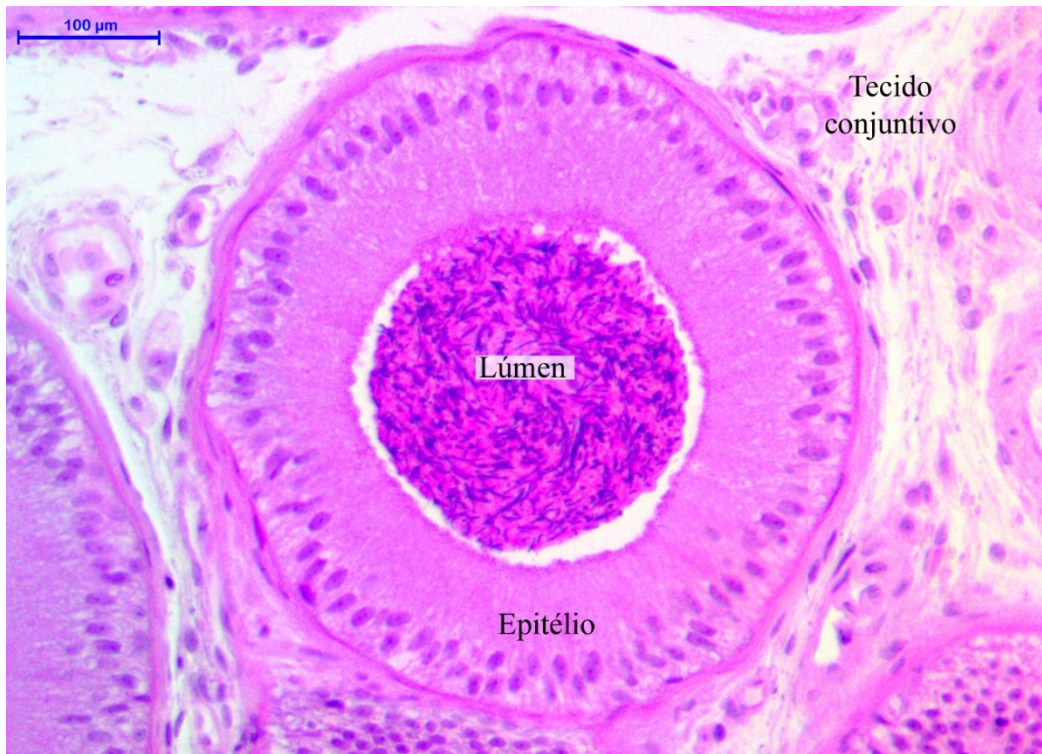


Figura 22. Corte histológico de epidídimo de lagarto (*Tropidurus* sp.), evidenciando os espermatozoides no lúmen do ducto epididimário. Corado em HE. Aumento de 200X.

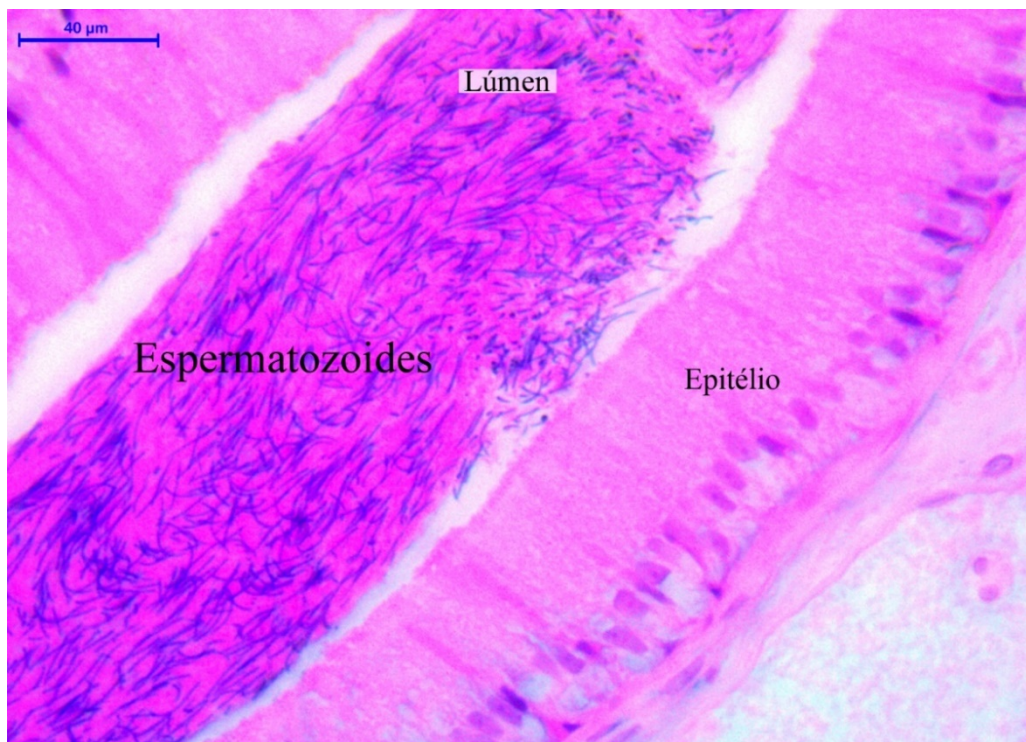


Figura 23. Detalhe do ducto epididimário de lagarto (*Tropidurus* sp.), evidenciando o epitélio pseudoestratificado e o lúmen com grande quantidade de espermatozoides. A região da cabeça dos espermatozoides cora-se em azul, enquanto os flagelos em rosa. Corado em HE. Aumento de 400X.

2.1.4. TESTÍCULO DE AVE

O testículo das aves é envolto por uma cápsula fibrosa, a túnica albugínea, e contém tecido intersticial e túbulos seminíferos, assim como o testículo dos mamíferos. O tecido intersticial contém as células de Leydig, produtoras de andrógenos; os túbulos seminíferos contém células de Sertoli e as células da linhagem germinativa. Os testículos das aves são localizados dentro da cavidade abdominal e em algumas espécies de aves estes órgãos são assimétricos e passam por alterações anuais de tamanho. Estas alterações são em virtude da reprodução sazonal, na qual os testículos involuem em períodos não reprodutivos. A seguir, serão apresentados cortes histológicos de testículo de pombo (*Columba* sp.) e codorna (*Coturnix* sp.).

01) Espermatogônia: As espermatogônias estão localizadas na periferia do túbulo seminífero e podem proliferar por mitose, gerando novas espermatogônias, ou iniciar o processo de meiose e originar espermátocitos primários. São células de núcleo pequeno.

02) Espermátocito: Os espermátocitos primários são células geralmente observadas em prófase I e, ao final da primeira divisão meiótica, dão origem aos espermátocitos secundários. Estes, por sua vez, comumente são observados em metáfase II.

03) Espermátide: As espermátides estão localizadas mais próximas da luz do túbulo seminífero e podem ser observadas espermátides redondas ou alongadas, dependendo do avanço no processo de espermiogênese.

04) Espermatozoide: Os espermatozoides de aves não passeriformes (como pombo e codorna) comumente é semelhante ao dos répteis, sendo filiforme e alongado.

05) Célula de Sertoli: As células de Sertoli estão localizadas na periferia dos túbulos seminíferos e possuem núcleo que pode conter nucléolo evidente.

06) Célula de Leydig: Localizada no interstício do testículo. Possui núcleo arredondado ou ovalado, sendo que o nucléolo pode ou não ser evidente. Seu

citoplasma é maior em épocas reprodutivas em virtude de maior produção androgênica.

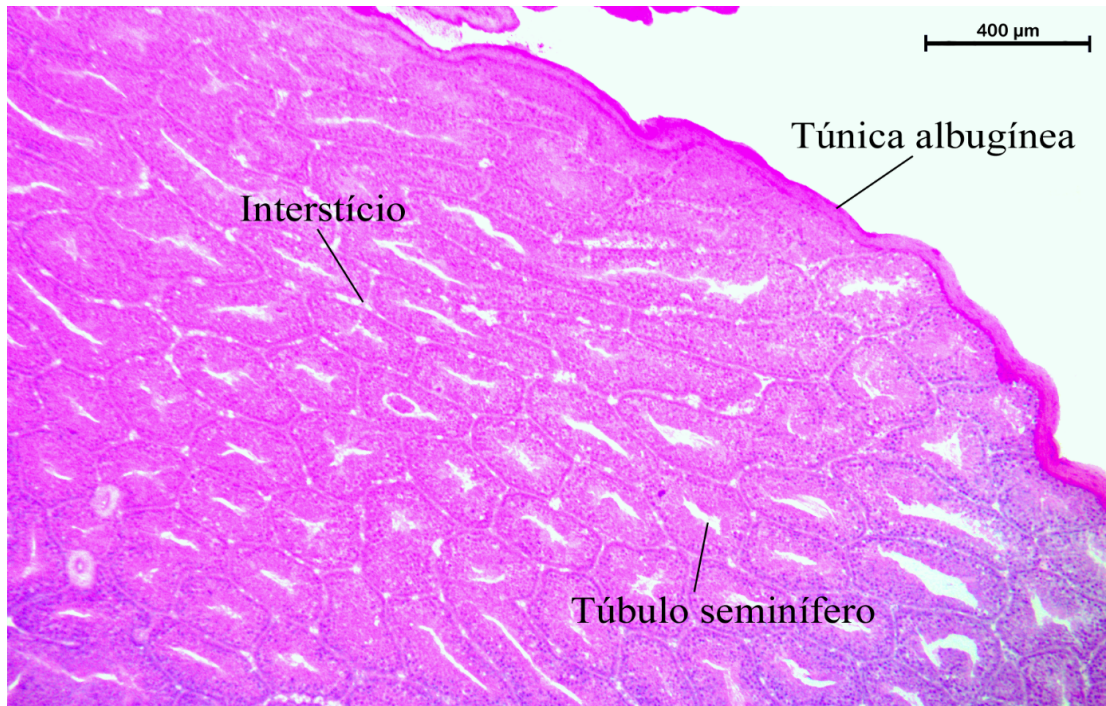


Figura 24. Corte histológico de testículo de codorna (*Coturnix sp*) evidenciando a túnica albugínea, um túbulo seminífero e o interstício. Corado em HE. Aumento de 40x.

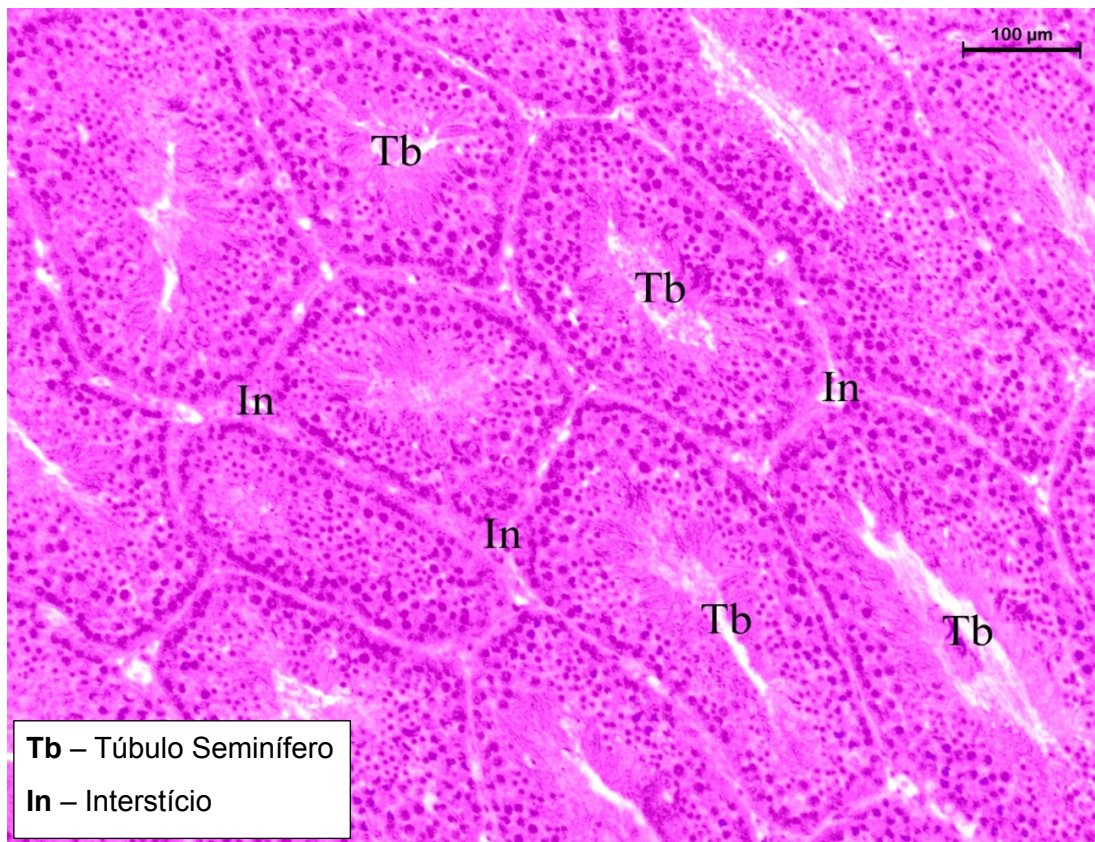


Figura 25. Corte histológico de testículo de codorna (*Coturnix sp*) evidenciando os túbulos seminíferos e o interstício. Corado em HE. Aumento de 100x.

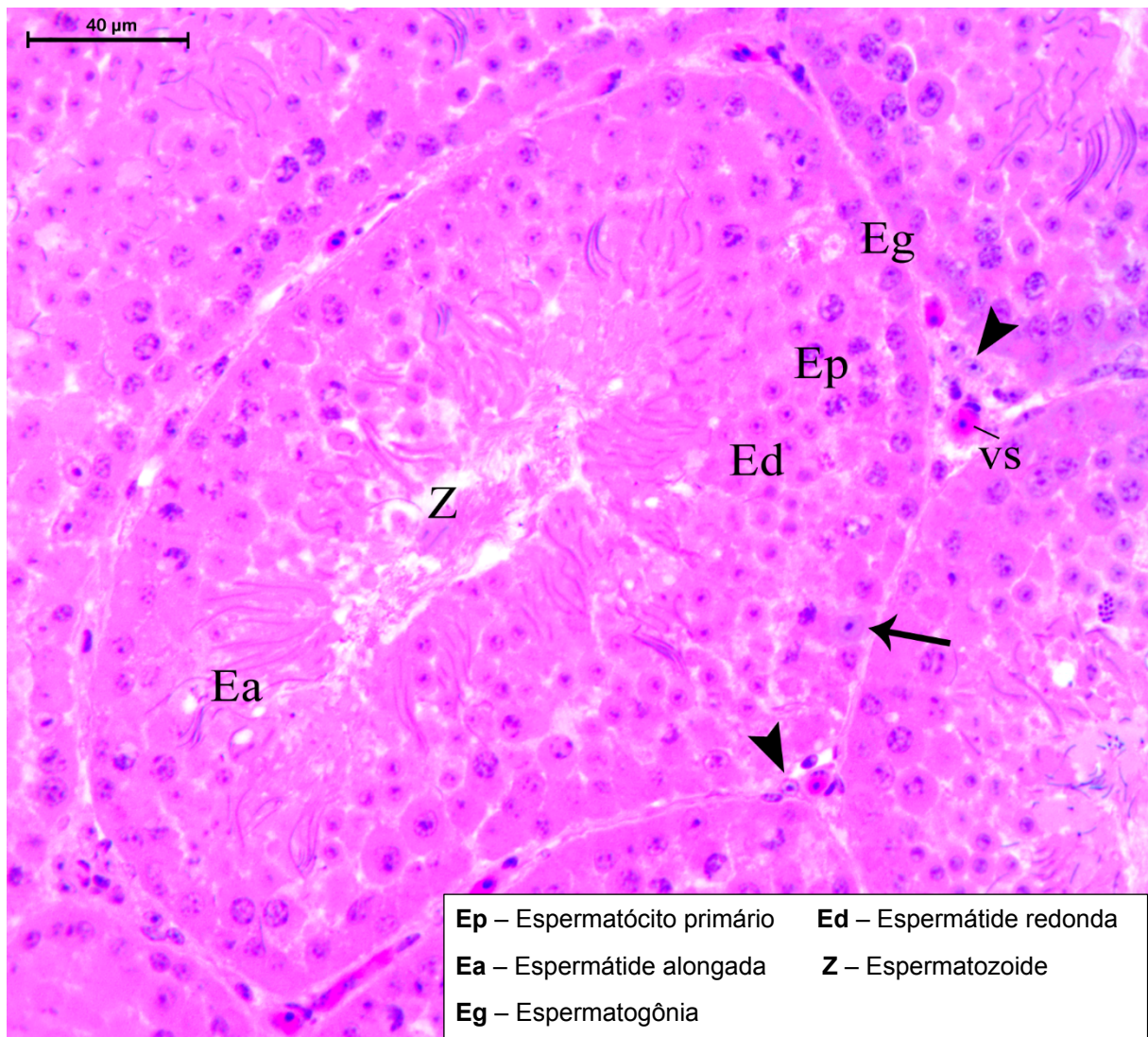


Figura 26. Corte histológico de testículo de codorna (*Coturnix sp*) evidenciando algumas células da linhagem germinativa, além da célula de Sertoli (**seta**) e do interstício com vasos sanguíneos (**vs**) e célula de Leydig (**ponta de seta**). Corado em HE. Aumento de 400x.

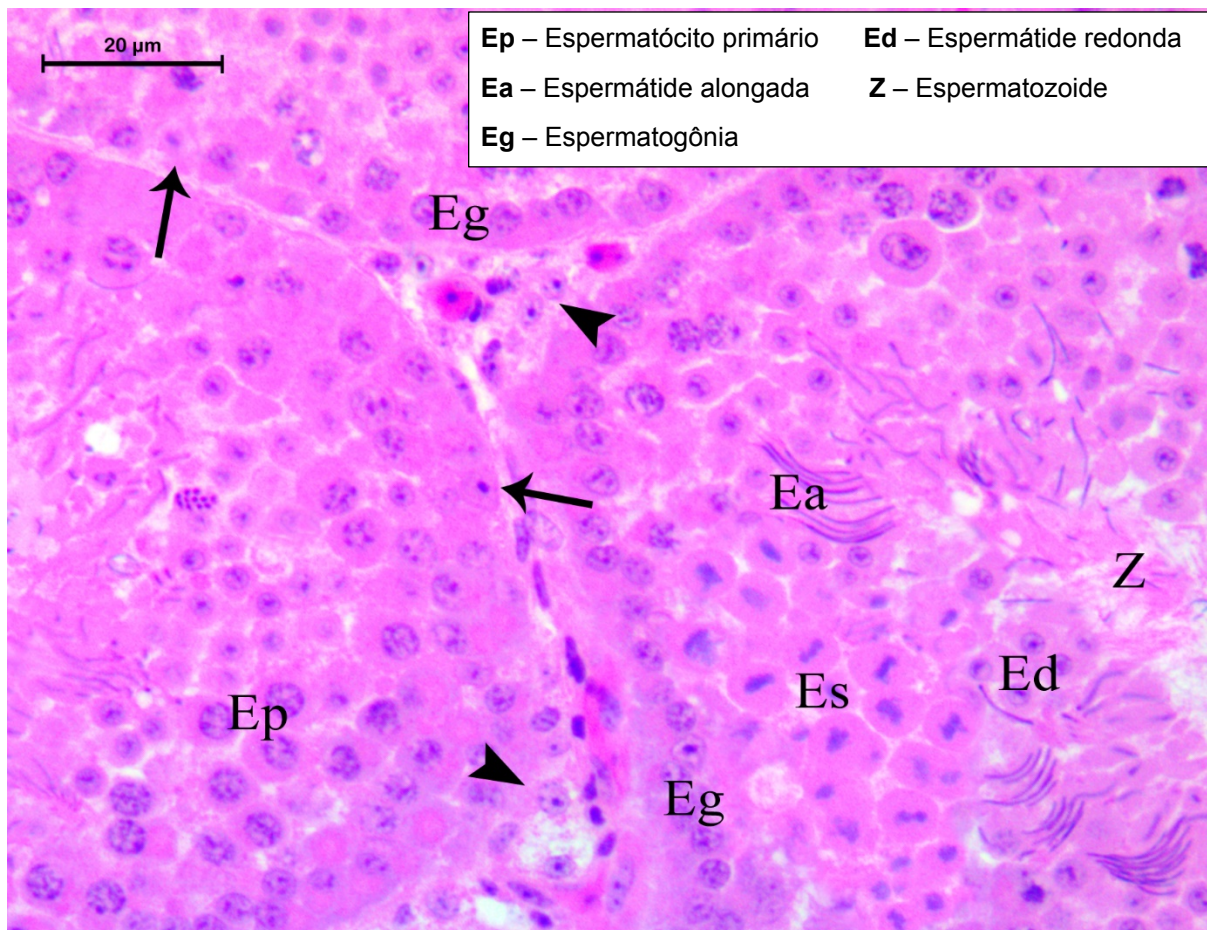


Figura 27. Corte histológico de testículo de codorna (*Coturnix sp*) evidenciando o epitélio germinativo, formado pelas células germinativas e célula de Sertoli (**seta**). Note as células de Leydig (**ponta de seta**) próximas aos vasos sanguíneos (**vs**) no interstício. Corado em HE. Aumento de 400x.

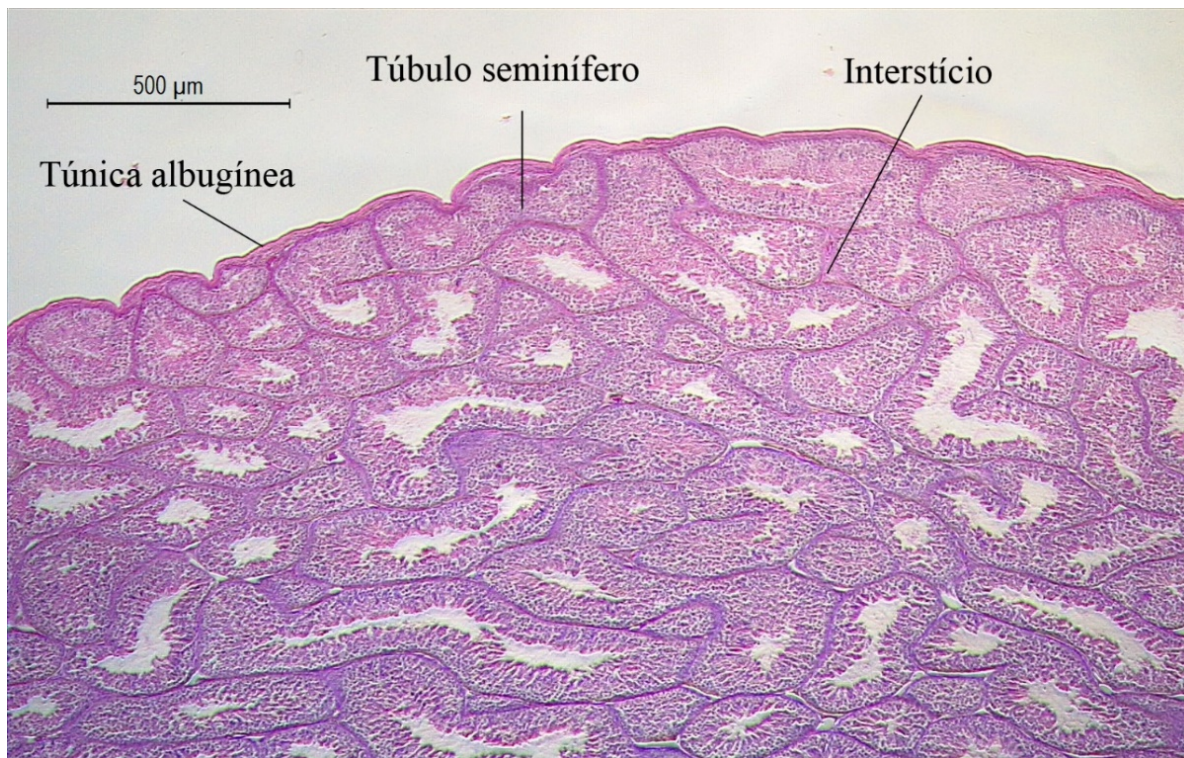


Figura 28. Corte histológico de testículo de pombo (*Columba* sp.) evidenciando a túnica albugínea, um túbulo seminífero e o interstício. Corado em HE. Aumento de 50x.

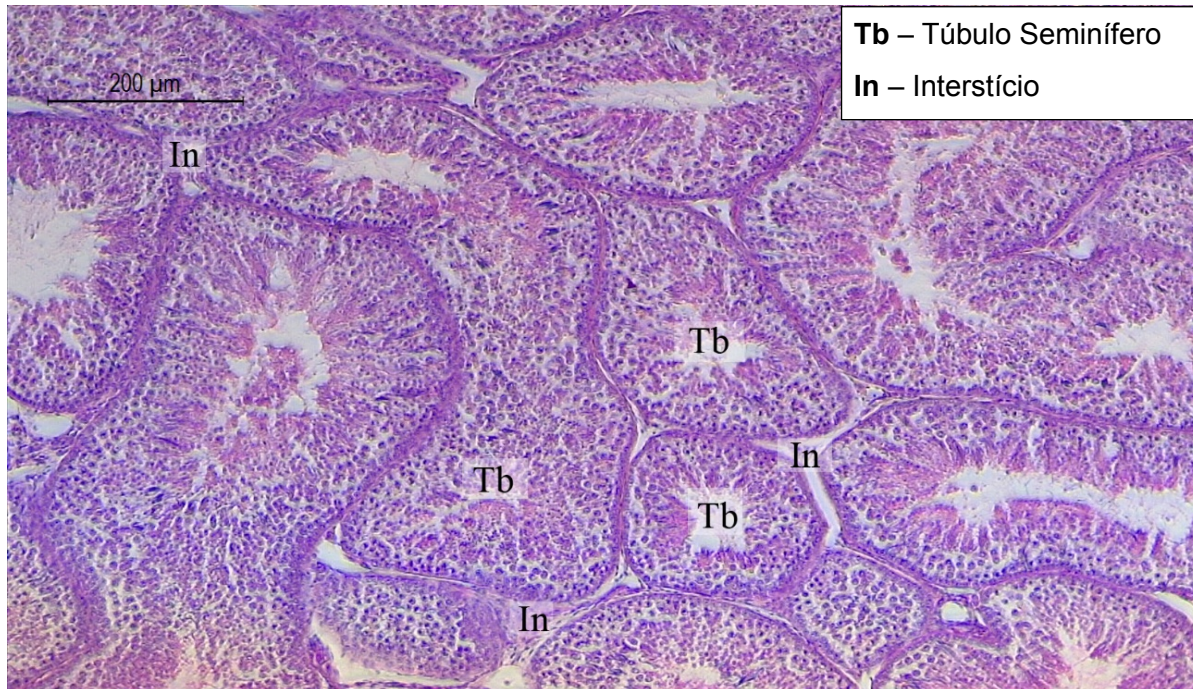


Figura 29. Corte histológico de testículo de pombo (*Columba* sp.) evidenciando os túbulos seminíferos e o interstício. Corado em HE. Aumento de 100x.

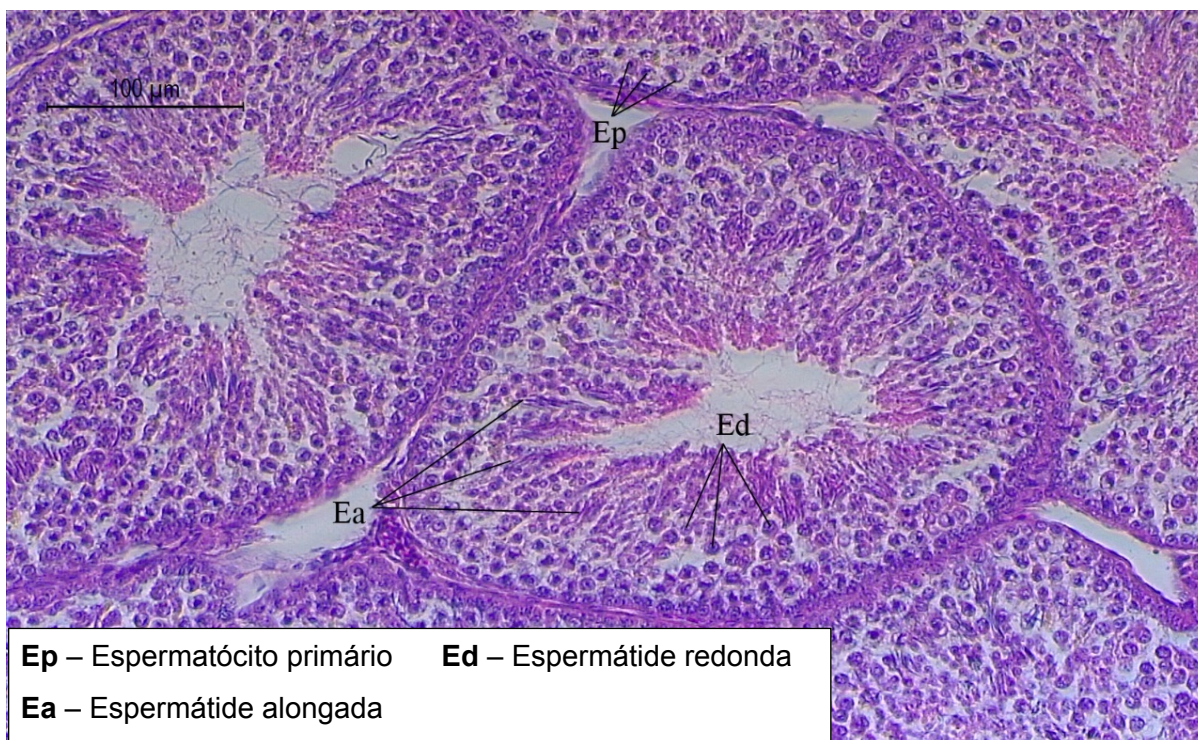


Figura 30. Corte histológico de testículo de pombo (*Columba* sp.) evidenciando algumas células da linhagem germinativa. Corado em HE. Aumento de 200x.

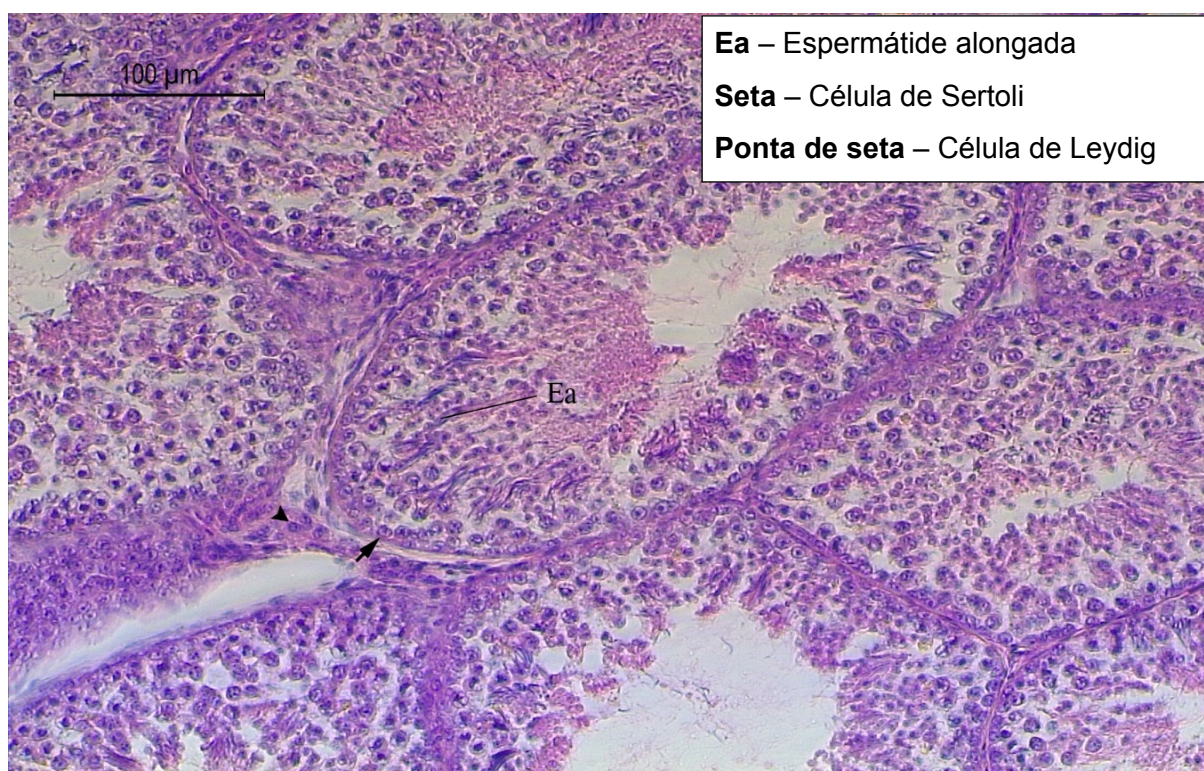


Figura 31. Corte histológico de testículo de pombo (*Columba* sp.). Corado em HE. Aumento de 200x.

2.1.5. TESTÍCULO DE MAMÍFERO

O testículo é revestido por uma espessa camada de tecido conjuntivo, a túnica albugínea, e apresenta duas porções distintas em seu interior: os túbulos seminíferos e o interstício. Neste atlas, o testículo dos mamíferos será representado por cortes histológicos de testículo de rato albino (*Rattus norvegicus albinus*).

A) Os túbulos seminíferos contêm o epitélio germinativo ou seminífero, responsável pela espermatogênese, constituído por células de sustentação, as células de Sertoli e as células da linhagem germinativa. Ressalta-se que nem todos os túbulos visualizados terão a mesma aparência e associação de células germinativas, visto que os túbulos seminíferos estão em um determinado estágio da espermatogênese, o que promove a produção ininterrupta do gameta masculino, diferentemente do feminino. As células presentes nos túbulos seminíferos são:

01) Célula de Sertoli: É a célula somática que fica na periferia do túbulo seminífero e tem como funções principais a sustentação das células germinativas, por meio de reentrâncias que auxiliam na trajetória do gameta em formação até a luz do tubo, e sua proteção, proporcionada pela **barreira hematotesticular**. Além disso, sua atuação durante a embriogênese é fundamental, dado que produz o Hormônio Anti-Mülleriano, auxiliando na diferenciação genital masculina. Ela possui o núcleo com aspecto piramidal e pouco corado, com nucléolo evidente.

02) Espermatogônia: Também na periferia do túbulo, esta célula diploide é a primeira da linhagem germinativa. Pode ser identificada pelo núcleo com cromatina densa e aspecto bem arredondado. Ela se divide por mitose e produz novas espermatogônias (renovação do epitélio germinativo), ou passa por crescimento para originar o próximo tipo celular da espermatogênese. O crescimento e diferenciação desta célula marcam o início da puberdade, quando estímulos hormonais causam sua saída da quiescência.

03) Espermatócito Primário: É uma célula diploide originada pelo crescimento da espermatogônia, e é, portanto, a maior da linhagem germinativa. Localiza-se ligeiramente mais ao centro do túbulo que as células anteriores. Seu núcleo apresenta cromatina condensada e, a partir da Meiose I, essa célula originará o Espermatócito Secundário.

04) Espermátocito Secundário: Célula haploide de curta duração e difícil de ser observada em cortes histológicos. Neste Atlas, para fins didáticos, células que estiverem em metáfase com os cromossomos condensados localizados na região equatorial serão consideradas Espermátocitos Secundários. No entanto, elas podem representar tanto a Metáfase I (transição de Espermátocito I para Espermátocito II) quanto a Metáfase II (transição de Espermátocito II para Espermátide). Também é localizada ligeiramente mais ao centro do túbulo.

05) Espermátide: Pode ser observada em duas diferentes formas:

- a. **Espermátide redonda:** Células arredondadas e bem coradas, visíveis do centro para a periferia do túbulo;
- b. **Espermátide alongada:** Células bem coradas e mais alongadas, especialmente devido à perda de citoplasma no processo de **espermio gênese** (diferenciação da espermátide em espermatozoide).

06) Espermatozoide: Nota-se a cabeça alongada com formato de foice - característico do espermatozoide de rato - e a projeção da cauda para a luz do tubo. Quando estiver pronto, ele se desprenderá do epitélio em direção à luz do túbulo pelo processo chamado de **espermiação**. Este é o gameta masculino. Porém, ele não está completamente maturado, visto que a maturação se completa no **epidídimo** com aquisição de motilidade, com posterior capacitação no trato genital feminino para poder fecundar o ovócito secundário da fêmea.

07) Corpos residuais: Ao longo do processo de espermio gênese, as espermátides perdem citoplasma. O citoplasma descartado forma os **corpos residuais**, pequenas circunferências coradas de roxo, que serão fagocitados pela célula de Sertoli.

08) Células Mioides: Ficam ao redor dos túbulos seminíferos e promovem sua contração para expelir os espermatozoides que estão prontos para passar pelo epidídimo. São células com características de células musculares lisas, achatadas e alongadas.

B) O interstício é constituído por tecido conjuntivo, espaço linfático, capilares sanguíneos e uma célula característica, a célula de Leydig. Para efeito da Disciplina de Embriologia será dada ênfase sobre as células de Leydig.

Célula de Leydig: As células responsáveis pela produção de testosterona possuem núcleo arredondado e nucléolo evidente. Sua localização próxima aos capilares sanguíneos pode ser facilmente associada à importância da distribuição da testosterona pelo sistema vascular a todo o organismo.

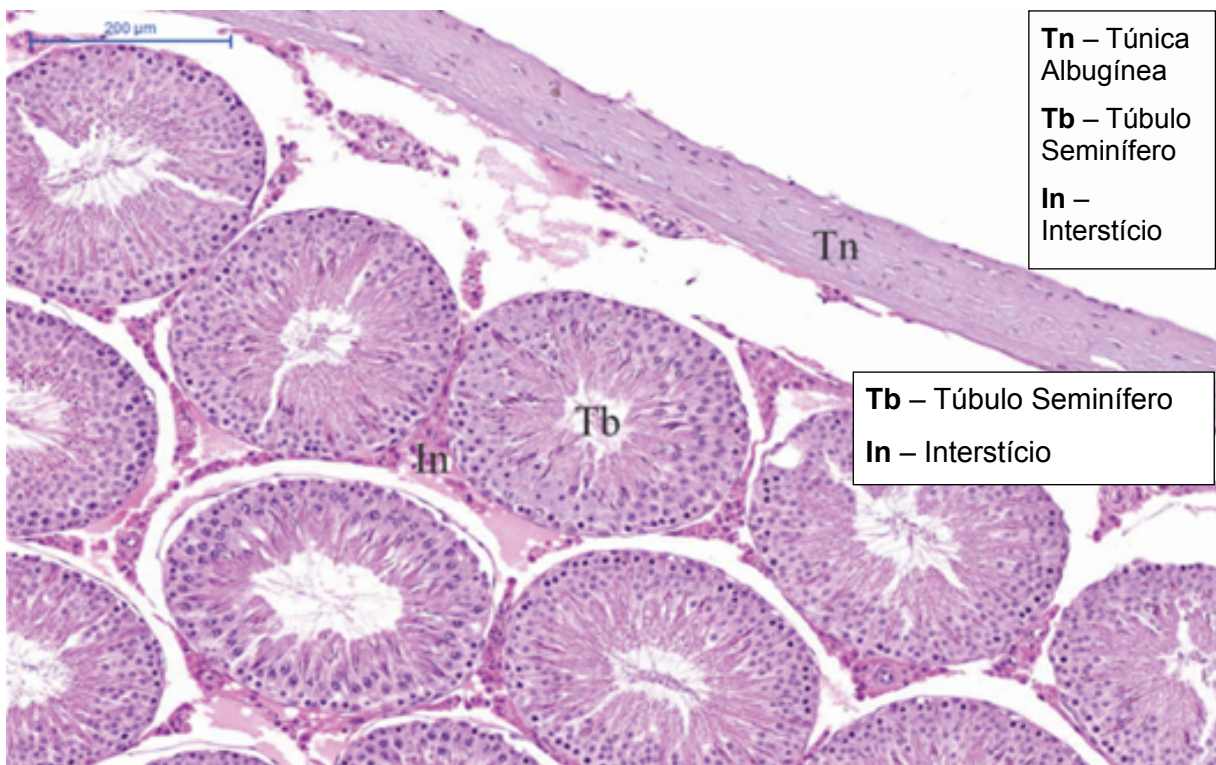


Figura 32. Corte histológico de testículo de rato (*Rattus norvegicus albinus*) evidenciando a túnica albugínea e os túbulos seminíferos. Corado em HE. Aumento de 100x.

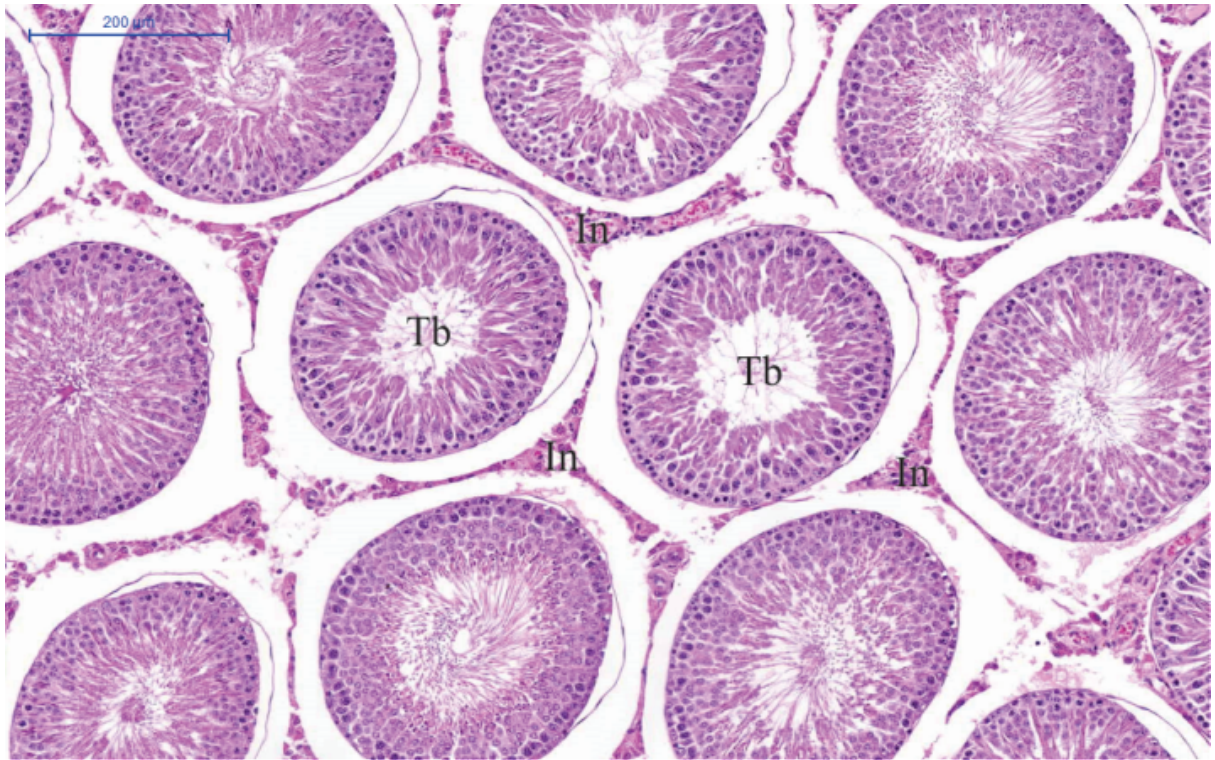


Figura 33. Corte histológico de testículo de rato (*Rattus norvegicus albinus*) evidenciando os túbulos seminíferos. Corado em HE. Aumento de 100X.

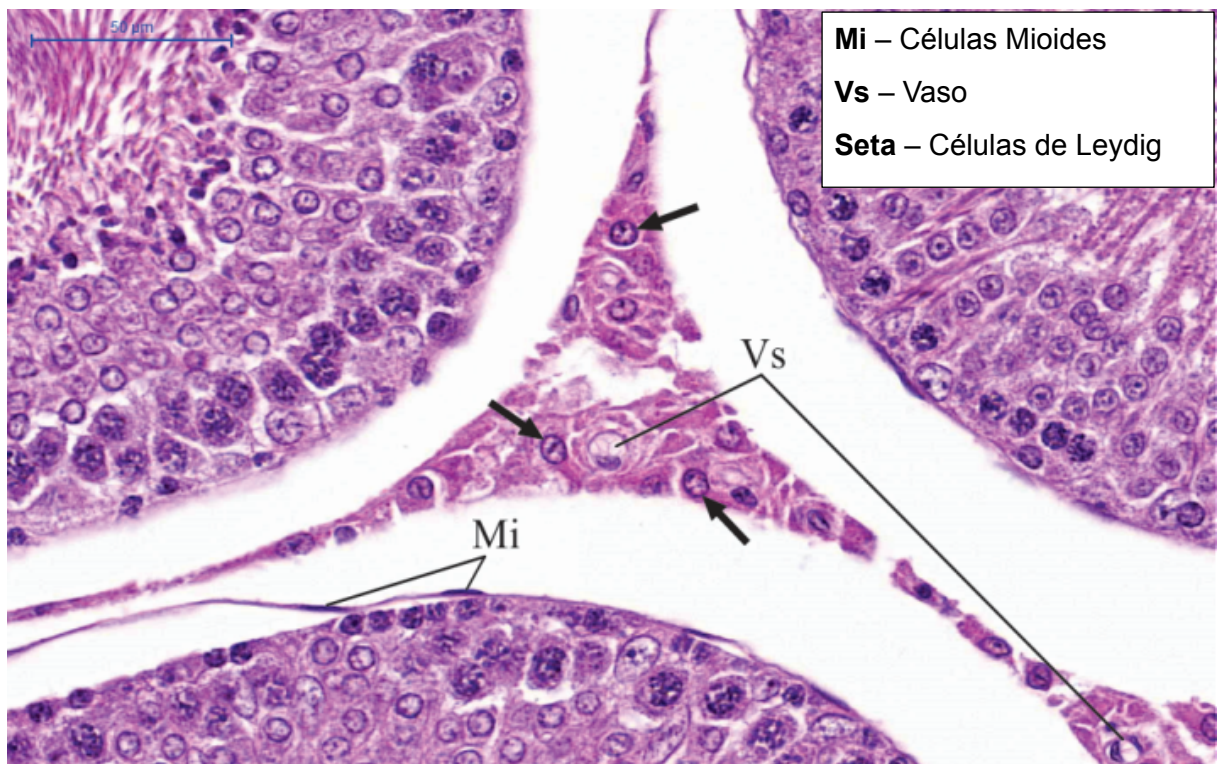


Figura 34. Corte histológico de testículo de rato (*Rattus norvegicus albinus*) evidenciando o espaço intersticial, com células de Leydig e vasos, e células mióides. Corado em HE. Aumento de 400X.

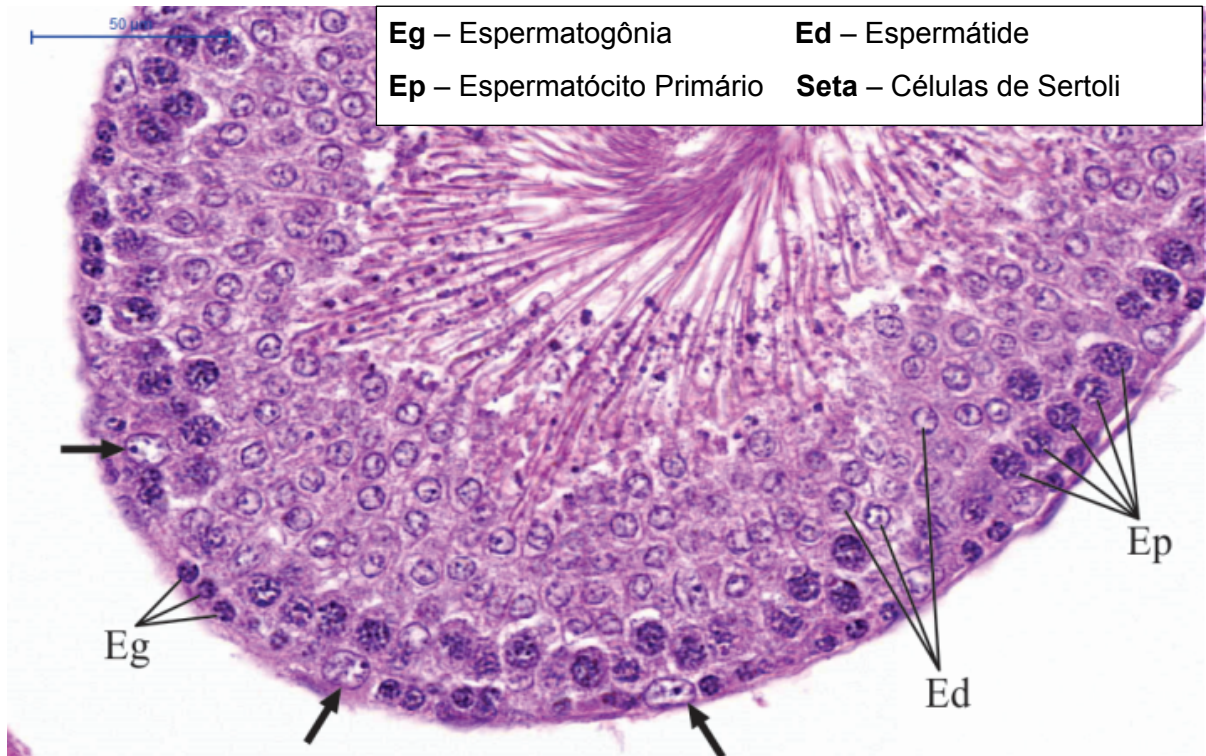


Figura 35. Corte histológico de testículo de rato (*Rattus norvegicus albinus*) evidenciando o túbulo seminífero, com células em diversas fases da espermatogênese e células de Sertoli. Corado em HE. Aumento de 400X.

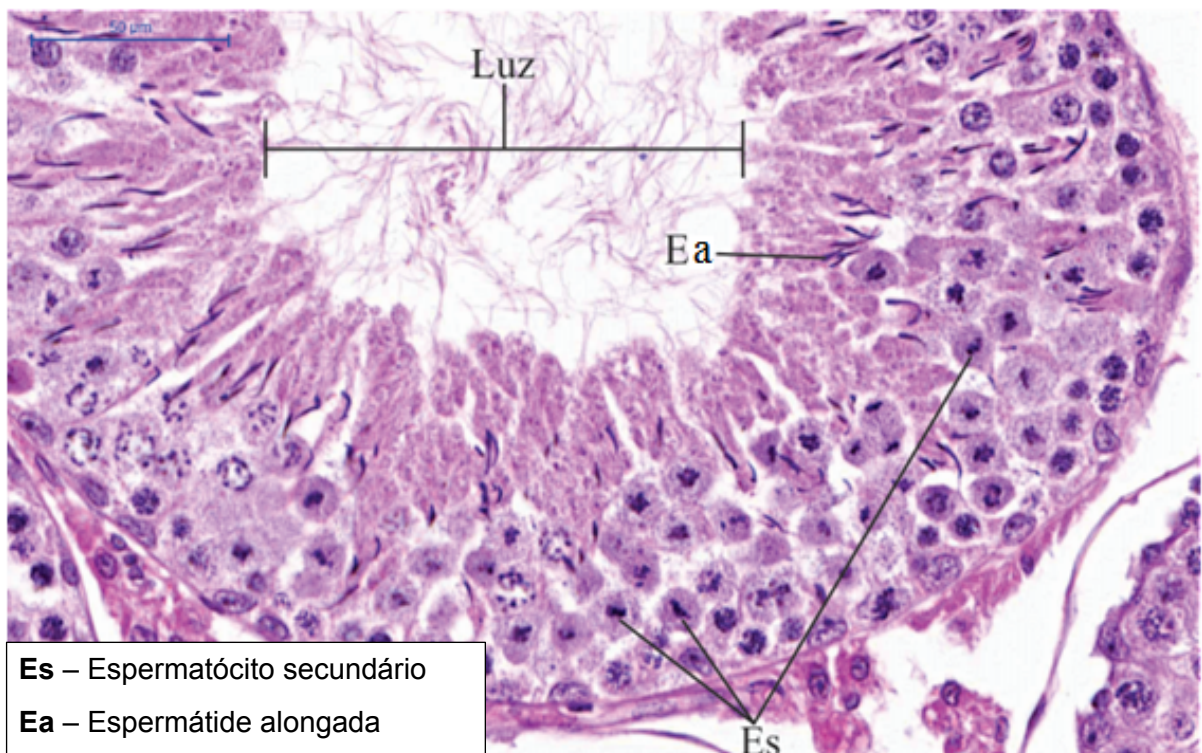


Figura 36. Corte histológico de testículo de rato (*Rattus norvegicus albinus*) evidenciando os espermatócitos secundários e espermátides alongadas. Corado em HE. Aumento de 400X.

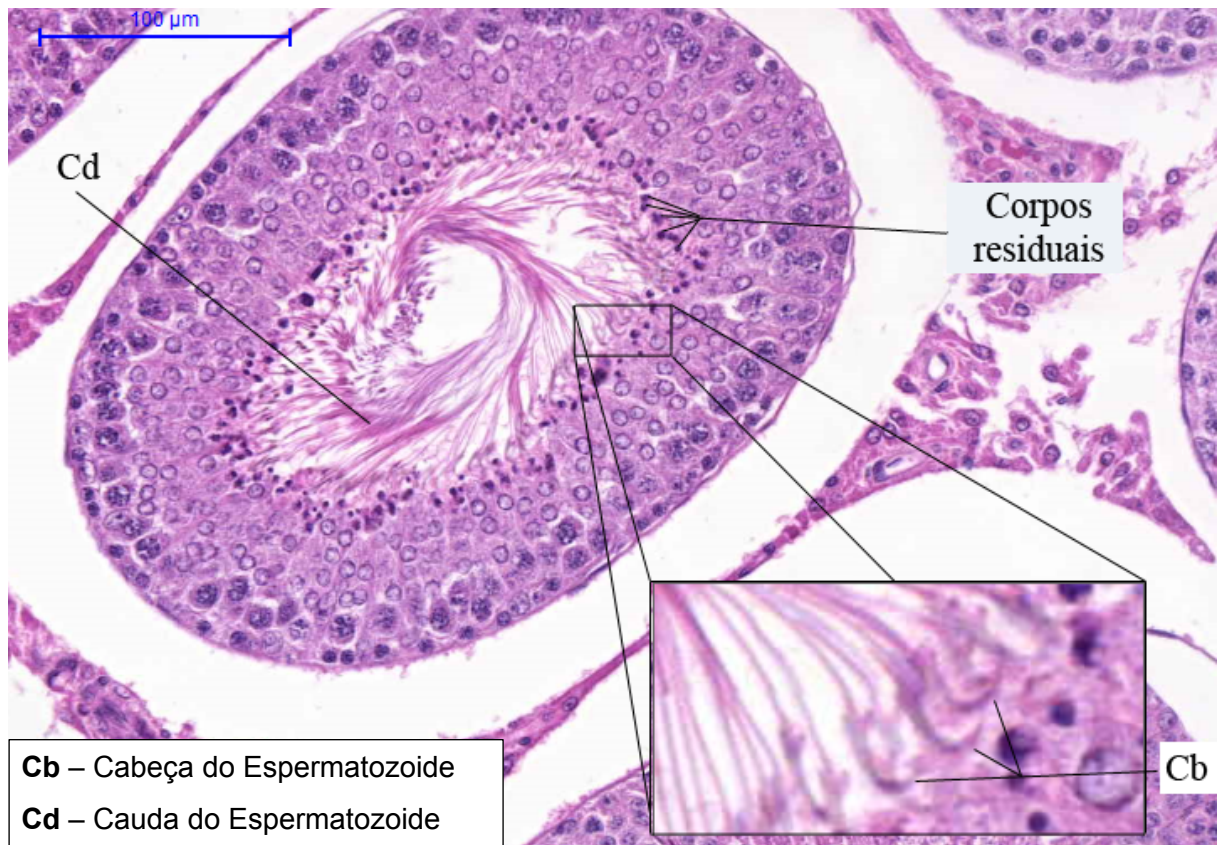


Figura 37. Corte histológico de testículo de rato (*Rattus norvegicus albinus*), mostrando os corpos residuais e cabeças e caudas de espermatozoides. Corado em HE. Aumentos de 120X e 450X, respectivamente.

2.2. OVOGÊNESE

A ovogênese comumente resulta na liberação de pequena quantidade de gametas femininos por vez, diferente da espermatogênese, que libera milhões de espermatozoides a cada ejaculação. Entretanto, no início de cada ciclo, um grupo de folículos ovarianos é recrutado. Destes, parte pode ser ovocitado e parte entrará num processo de degeneração (atresia folicular). As fêmeas de organismos que dependem da fecundação externa, por outro lado, como ouriço-do-mar e peixe, são exceções: ovocitam de centenas a milhares de gametas. Após a ovocitação, as células somáticas remanescentes no ovário (células foliculares e das tecas) formarão uma estrutura endócrina responsável pela produção de hormônios necessários para a manutenção de uma possível gestação.

2.2.1. OVÁRIO DE PEIXE

Os peixes são vertebrados de fertilização interna ou externa, que dependem da água para a sua reprodução e desenvolvimento.

Os ovários de peixe são órgãos saculares e cavitários, revestidos internamente pelo epitélio germinativo. Externamente, os ovários são revestidos por uma túnica albugínea que emite projeções irregulares para o interior do órgão, denominadas de lamelas ovíferas, nas quais ocorrem o desenvolvimento ovocitário, a partir do epitélio germinativo. Grande parte dos peixes são animais ovíparos, mas mesmo nos peixes vivíparos ou ovovivíparos é necessário que durante a ovogênese ocorra o acúmulo de vitelo (vitelogênese) que irá nutrir o futuro embrião. Além disso, muitos ovócitos são maturados simultaneamente para que ocorra a fecundação, seja esta interna ou externa. Os ovários de peixe representados a seguir pertencem à espécie *Tanichthys albonubes*.

01) Ovogônia: Células de citoplasma claro e escasso, com núcleo descompactado e volumoso. São as primeiras células da linhagem germinativa feminina e estão dispostas em ninhos celulares, junto ao epitélio germinativo. Neste, as ovogônias são encontradas isoladas entre as células epiteliais ou envolvidas por células pré-foliculares

02) Ovócito inicial: É a célula originada a partir da primeira divisão meiótica das ovogônias. São encontrados nos ninhos celulares e, ao serem completamente envolvidos pelas células pré-foliculares, originam os primeiros folículos ovarianos, que deixam o ninho e começam a se desenvolver, entrando em crescimento primário e secundário.

03) Ovócito em crescimento primário: O crescimento primário é caracterizado pelo aumento do volume citoplasmático do ovócito pré-vitelogênico. Este não apresenta ainda grânulos citoplasmáticos de vitelo, porém, há a formação de alvéolos corticais, cujo conteúdo é liberado no espaço peri-vitelínico no momento da fertilização para evitar a polispermia. O núcleo contém inúmeros nucléolos dispostos em sua periferia e o ovócito é revestido pela camada folicular.

04) Ovócito em crescimento secundário: É marcado especialmente pelo processo de vitelogênese (inicial, intermediária e final), que promove um novo e maior aumento do volume citoplasmático do ovócito. Na vitelogênese inicial, os grânulos de vitelo começam a ser depositados. Na vitelogênese intermediária, os grânulos de vitelo ocupam uma parte maior do citoplasma e, no ovócito em crescimento secundário com vitelogênese final, ele é totalmente tomado por grânulos de vitelo. O ovócito em crescimento secundário é revestido por um **envoltório folicular** completo: zona pelúcida, camada folicular e teca folicular. Ademais, possui a **micrópila**: estrutura em formato de funil que permite a passagem do espermatozoide para o interior do folículo ovariano. É protegida pela célula micropilar até o momento da fecundação. Momentos antes da ovulação, o ovócito finaliza sua maturação e seu núcleo torna-se excêntrico, ao se deslocar até a micrópila.

05) Folículo pós-ovulatório: É o envoltório folicular remanescente que permanece no ovário, após a liberação do ovócito durante a ovulação. É formado pelas células foliculares e células da teca.

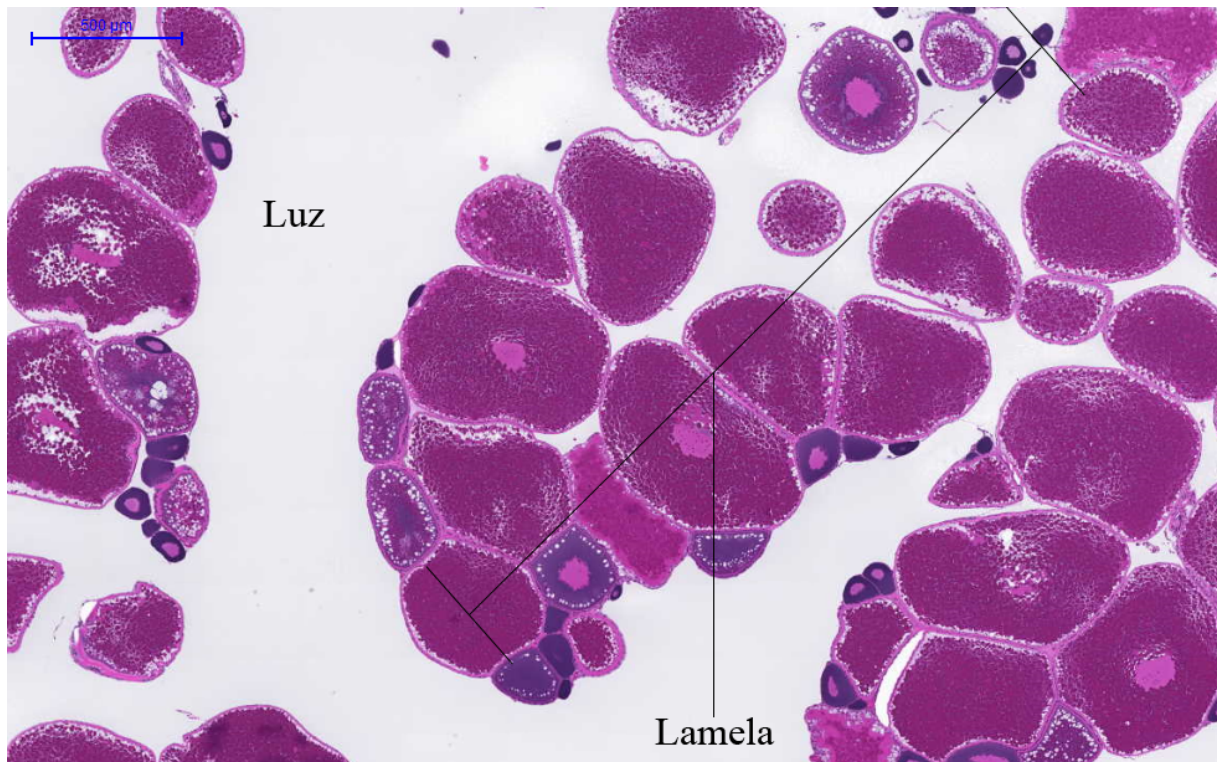


Figura 38. Corte histológico de um ovário de peixe (*Tanichthys albonubes*). Visão geral apresentando luz e lamela. Corado em HE. Aumento de 40X.

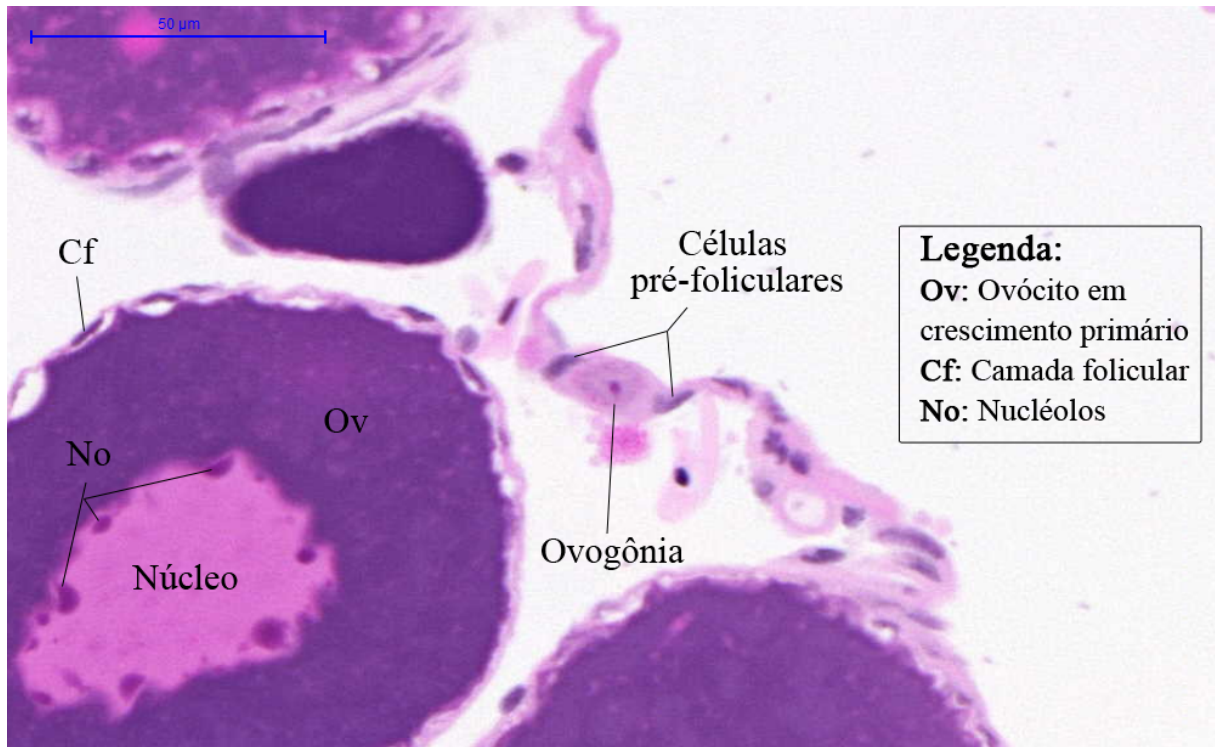


Figura 39. Corte histológico de um ovário de peixe (*Tanichthys albonubes*), evidenciando uma ovogônia e um ovócito em crescimento primário. Corado em HE. Aumento de 400X.

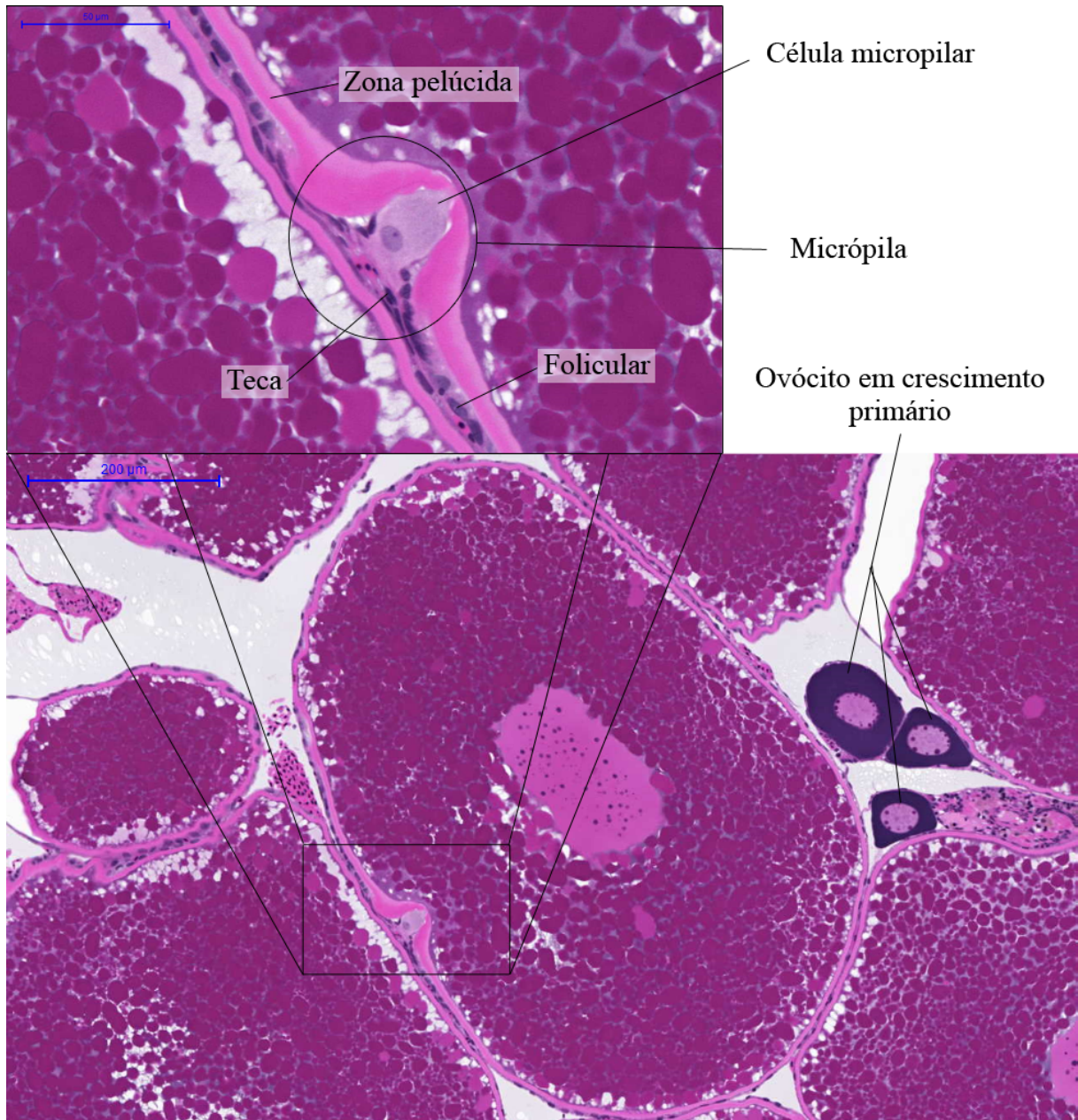


Figura 40. Corte histológico de um ovário de peixe (*Tanichthys albonubes*), evidenciando um ovócito em crescimento secundário com vitelogenese final. Em foco, a região da micrópila e a célula micropilar. Corado em HE. Aumentos de 100X e 400X, respectivamente.

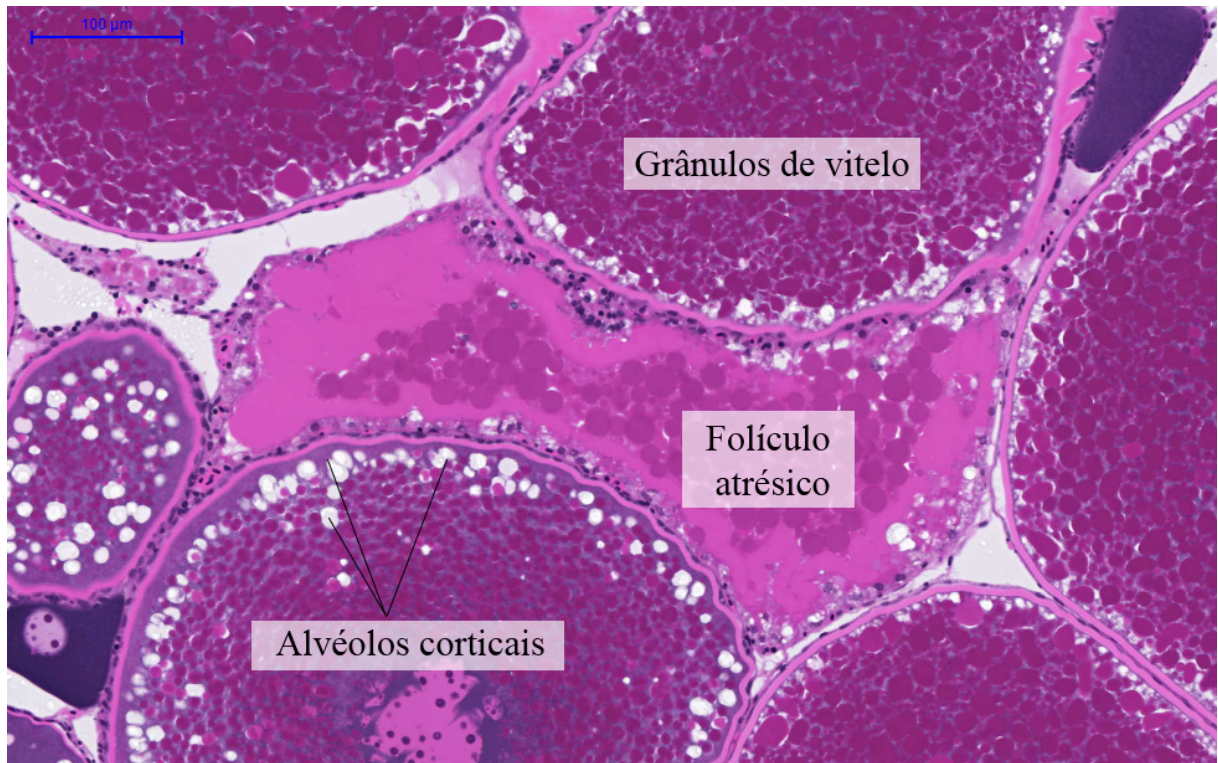


Figura 41. Corte histológico de um ovário de peixe (*Tanichthys albonubes*), evidenciando um folículo atrésico, alvéolos corticais e grânulos de vitelo de dois ovócitos em crescimento secundário. Corado em HE. Aumento de 100x.

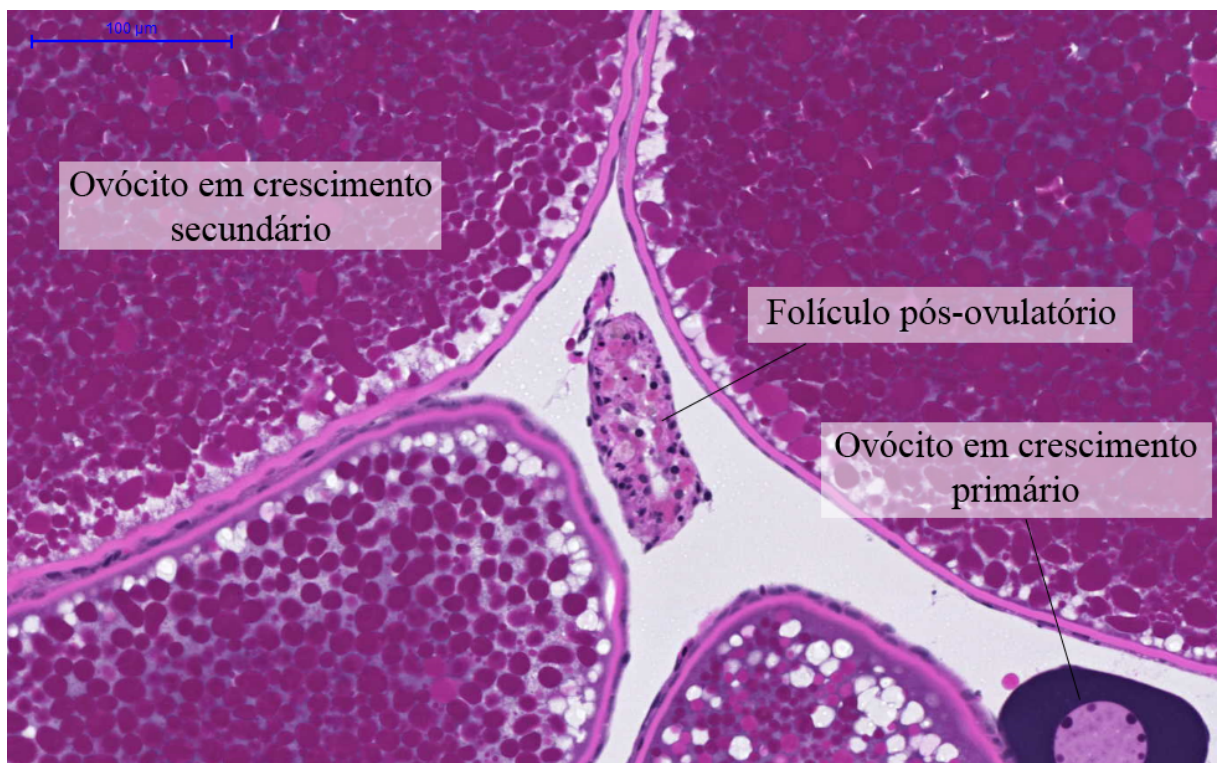


Figura 42. Corte histológico de um ovário de peixe (*Tanichthys albonubes*), evidenciando um folículo pós-ovulatório, um ovócito em crescimento primário e um ovócito em crescimento secundário. Corado em HE. Aumento de 200x.

2.2.2. OVÁRIO DE ANFÍBIO

As gônadas femininas dos anfíbios, assim como as masculinas, passam por alterações morfológicas dependendo de umidade e temperatura, correlacionados com a sazonalidade dos ciclos reprodutivos. Sendo assim, dependendo da época que o ovário for coletado, serão observados ovócitos mais ou menos desenvolvidos.

De maneira similar aos peixes, os anfíbios liberam uma grande quantidade de ovócitos maduros ao mesmo tempo. Isso ocorre mediante o estímulo do macho durante a cópula e a fecundação é externa no ambiente aquático.

Os ovários de anfíbios são multilobados e contêm as células germinativas femininas. Elas serão classificadas em: ovogônia, ovócito inicial, ovócito I (pré-vitelogênico), ovócito II (pré-vitelogênico), ovócito III (vitelogênico) e ovócito IV (maduro). Essa classificação não é referente à ploidia da célula, apenas ao estágio em que se encontra o folículo.

Os cortes histológicos a seguir são de duas espécies diferentes de anfíbios da ordem dos Anuros, *Rana catesbiana* e *Dendropsophus minutus*.

01) Ovogônia: É a menor célula da linhagem germinativa que será observada e encontra-se na periferia do ovário.

02) Ovócito inicial: É a célula originada a partir da primeira divisão meiótica das ovogônias. É o menor ovócito encontrado e seu núcleo granulado encontra-se nas primeiras etapas da prófase da meiose I.

03) Ovócito I (pré-vitelogênico): O núcleo é visível com cromatina em grumos (cromossomos plumosos), contém nucléolos de tamanhos variados e ocupa grande parte do ovócito. Ele é envolto por uma camada granulosa e uma tecal. O citoplasma é basofílico e não há grânulos de vitelo.

04) Ovócito II (pré-vitelogênico): O núcleo apresenta nucléolos de variados tamanhos. Podem ser notados alguns alvéolos corticais no citoplasma que perde gradualmente sua basofilia pelo aparecimento do corpo de Balbiani e aumento da quantidade de organelas, sendo menos basófilo que o do Ovócito I. A zona pelúcida começa a ser produzida, mas nem sempre é visível neste estágio.

05) Ovócito III (vitelogênico): Mais opaco, nesse estágio, inicia-se a vitelogênese, ou seja, o acúmulo de grânulos de vitelo no citoplasma e ele fica com aparência mais rosada (acidófila). A zona pelúcida apresenta-se mais espessa. A pigmentação citoplasmática começa a ocorrer.

06) Ovócito IV (maduro): Maior célula que será observada. Possui muitos grânulos de vitelo acumulados e núcleo excêntrico voltado para o polo animal. Nesse estágio, é possível a diferenciação entre polo animal e vegetal pela presença de pigmento no polo animal, conferindo uma cor mais escurecida e castanha.

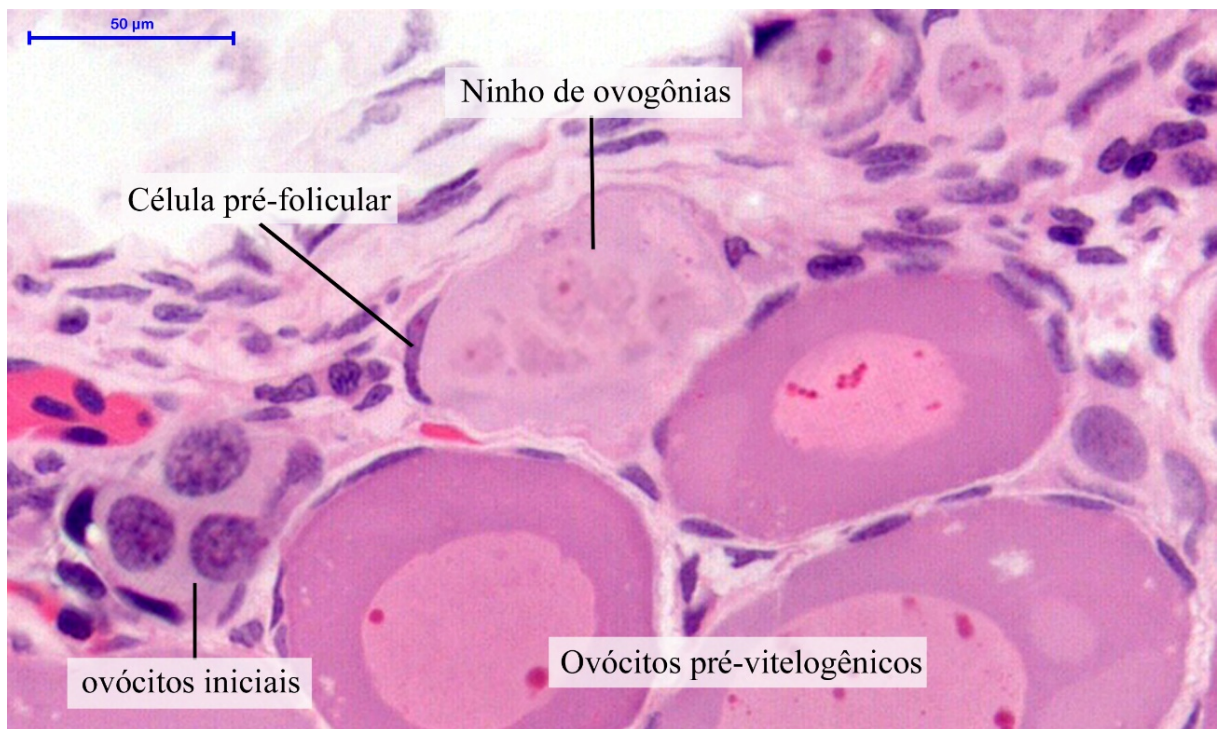


Figura 43. Corte histológico de um ovário de anfíbio (*Rana catesbiana*), evidenciando ninho de ovogônias (periferia do ovário) e ovócitos iniciais envolvidos por células pré-foliculares. Corado em HE. Aumento de 400X.

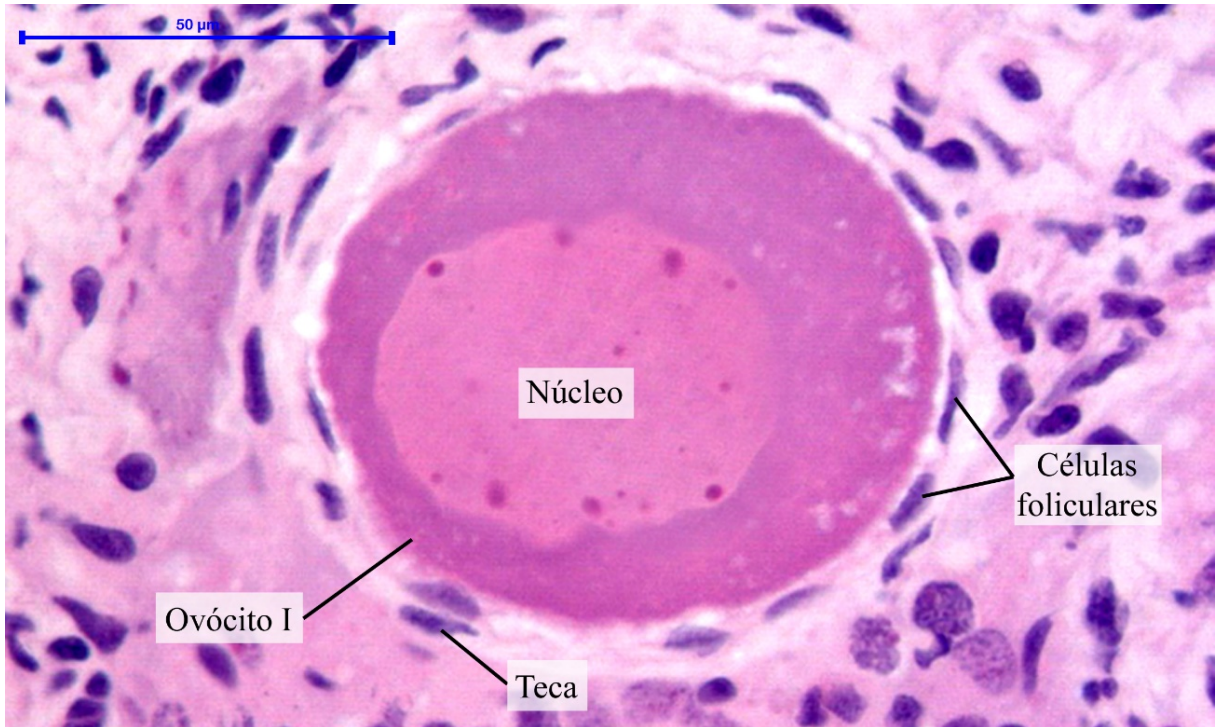


Figura 44. Corte histológico de um ovário de anfíbio (*Rana catesbiana*), evidenciando um ovócito I envolto pelas células foliculares e células da teca. Corado em HE. Aumento de 400X.

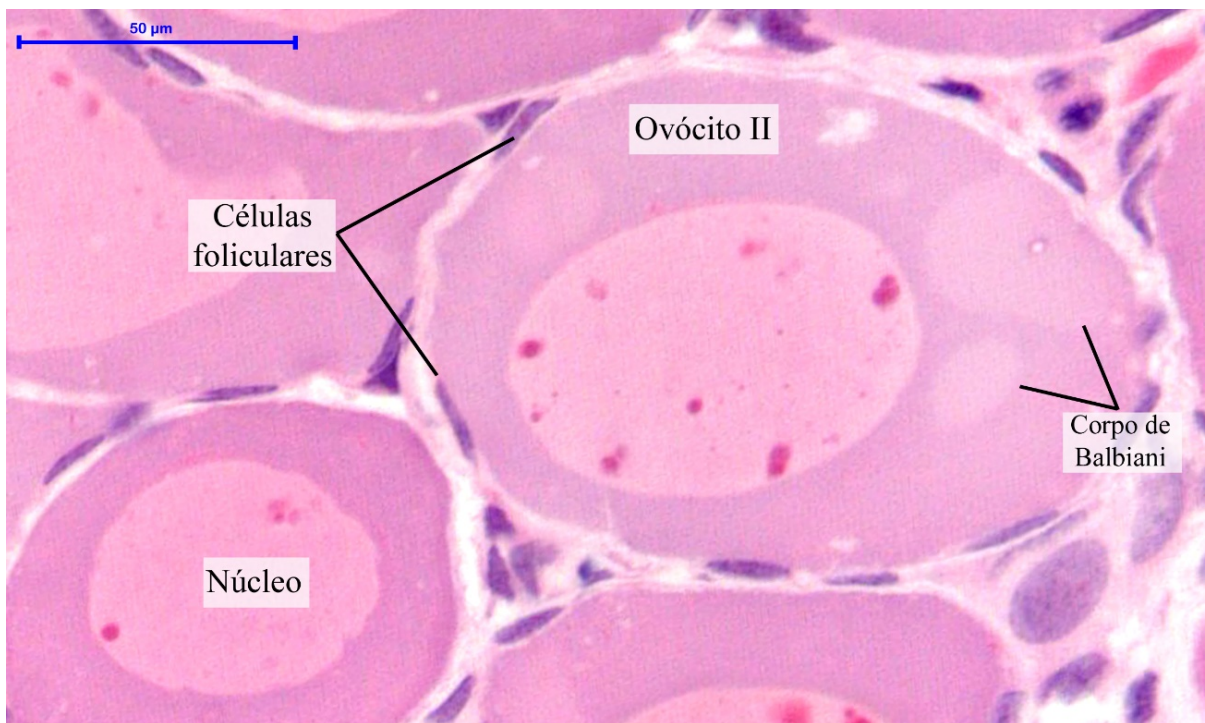


Figura 45. Corte histológico de um ovário de anfíbio (*Rana catesbiana*), evidenciando um ovócito II, caracterizado pela presença do corpo de Balbiani. Corado em HE. Aumento de 400X.

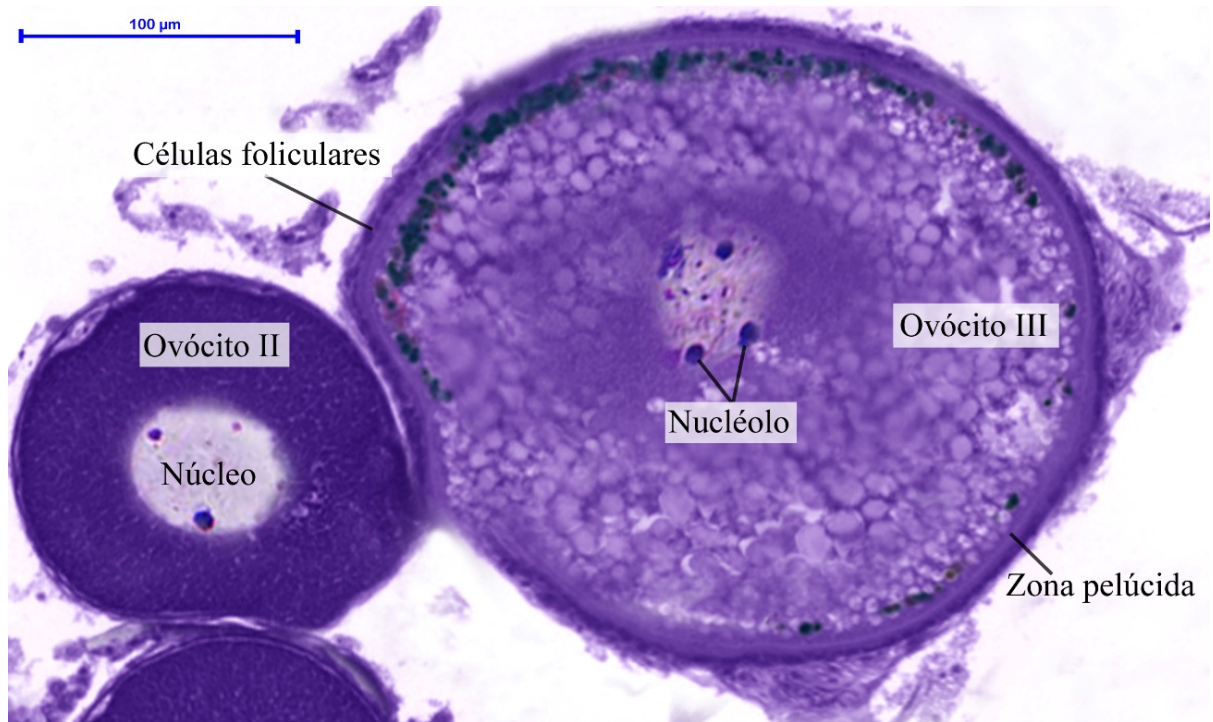


Figura 46. Corte histológico de um ovário de anfíbio (*Dendropsophus minutus*), evidenciando ovócitos II e III, com citoplasma com grânulos de vitelo. Corado em azul de toluidina. Aumento de 100X.

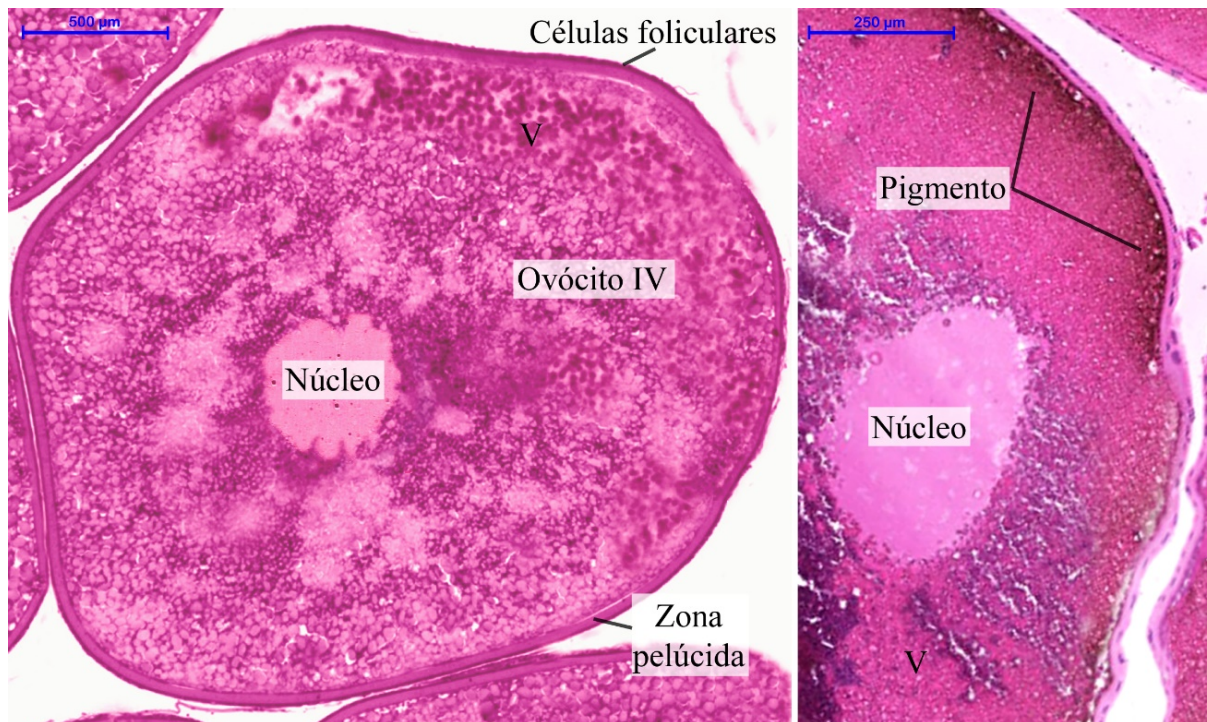


Figura 47. Corte histológico de um ovário de anfíbio (*Dendropsophus minutus*) evidenciando ovócito IV, repleto por grânulos de vitelo (v), envolto pelas células foliculares e zona pelúcida. No detalhe, o polo animal com pigmento citoplasmático de um ovócito IV de *Rana catesbiana* Corado em HE. Aumentos de 40X e 80X, respectivamente.

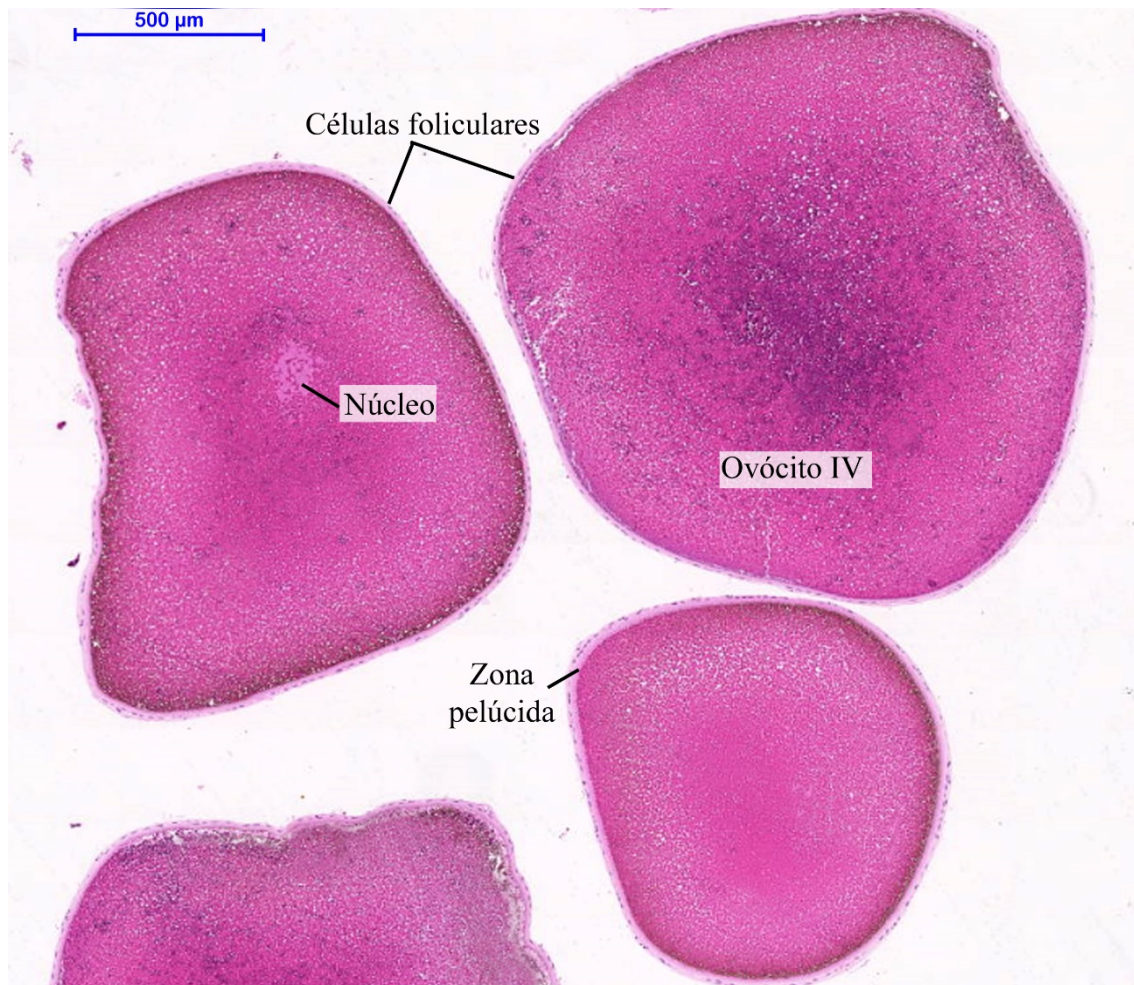


Figura 48. Corte histológico de um ovário de anfíbio (*Rana catesbiana*), evidenciando ovócito IV com células foliculares associadas. Corado em HE. Aumento de 20X.

2.2.3. OVÁRIO DE RÉPTIL

Os répteis são vertebrados de fertilização interna, que se tornaram totalmente independentes da água para se reproduzirem. Embora o desenvolvimento embrionário, na maioria das espécies, seja do tipo externo, ou seja, fora do corpo materno, o embrião se desenvolve dentro de uma casca protetora, que compõe o ovo. O ovo é constituído por diversas estruturas que permitem o desenvolvimento embrionário. Uma destas estruturas é o saco vitelínico, constituído por grande quantidade de vitelo, que fornece suprimentos energéticos para o desenvolvimento embrionário. A formação de grânulos de vitelo ocorre durante a ovogênese. Assim, os ovários dos reptilianos mudam drasticamente em formato e tamanho de acordo com o estágio do ciclo reprodutivo em que se encontram.

Os ovários dos répteis são órgãos pares de contorno irregular devido à presença de folículos ovarianos em diferentes estágios de crescimento. Os elementos germinativos encontrados nos ovários são: 1) ovogônias, localizadas no córtex ovariano, 2) oócitos, em diferentes etapas da prófase I da meiose nos folículos em desenvolvimento, 3) folículos atrésicos em estágios de regressão e 4) folículos pós-ovulatórios ou corpo lúteo formado após a ovulação. Os cortes histológicos de ovário de réptil deste atlas pertencem a uma espécie de lagarto (*Tropidurus* sp.), além disso, é mostrada uma figura de ovo de lagartixa (*Hemidactylus frenatus*). Assim como nos mamíferos, cada ovócito está abrigado em uma estrutura denominada de folículo ovariano, os quais serão descritos a seguir:

1) Ovogônia: São células diploides, encontradas em um nicho de proliferação celular no epitélio da face dorsal do ovário, denominado de ninho germinativo. São células ovaladas com núcleo volumoso contendo cromatina finamente granulada e nucléolo evidente.

2) Folículo primordial: É formado por um **ovócito primário** em prófase I (diplóteno), envolto por uma camada de células foliculares pavimentosas e/ou cúbicas.

3) Folículo pré-vitelogênico: Corresponde às fases de folículo primário e folículo em crescimento. Ainda possuem um ovócito primário, porém esses folículos apresentam diferenças quanto ao tamanho do ovócito e organização do epitélio folicular. O ovócito primário inicia seu crescimento, enquanto a camada granulosa passa a apresentar diâmetro variável, sendo constituída por 3 tipos celulares: células pequenas, intermediárias e piriformes. Entre a camada granulosa e o ooplasma, inicia-se a deposição de uma camada glicoproteica – a zona pelúcida. Ao redor da camada granulosa, observa-se uma ou duas camadas da teca. Ainda nesta etapa, o núcleo do ovócito migra gradualmente para o polo animal. Por estar estacionado em diploteno I, notam-se com facilidade seus cromossomos plumosos, bem como uma grande quantidade de pequenos nucléolos.

4) Folículo vitelogênico: O ovócito, agora com núcleo excêntrico (localizado no polo animal) apresenta crescimento rápido com deposição de grânulos de vitelo. Gotículas de lipídeos também poder ser formadas nessa fase. A teca passa a ser constituída por várias camadas, tornando-se cada vez mais vascularizada. A zona

pelúcida torna-se mais desenvolvida. Próximo à maturação do folículo, as células piriformes são progressivamente reduzidas a células ovoides, diminuindo a espessura da camada granulosa, que passa a ser constituída novamente apenas por células cuboides.

5) Folículo atrésico: São os folículos que não atingiram sua maturação e entram em degeneração. São reconhecidos pela desorganização celular e rompimentos de estruturas, embora a teca permaneça altamente vascularizada. Tanto os folículos pré-vitelogênicos quanto os vitelogênicos podem sofrer atresia.

6) Folículo pós-ovulatório x corpo lúteo: Após a liberação do ovócito, o folículo, agora pós-ovulatório, apresenta uma cavidade irregular central e uma camada folicular retraída, circundada pela camada tecal. Em espécies vivíparas, a granulosa aumenta em espessura e forma múltiplas camadas celulares, que são invadidas por camadas tecais. A cavidade central do corpus lúteo é rapidamente ocupada pela hipertrofia e hiperplasia celular da camada granulosa. A morfologia do corpo lúteo permanece nestas condições durante toda a gestação. Antes do parto e ao final do desenvolvimento embrionário, o corpo lúteo é gradualmente regenerado. Em espécies ovíparas, a atividade máxima do corpo lúteo é estendida até que ocorra a oviposição. Na Figura 54 observa-se o oviduto de *Tropidurus* sp., formado por um epitélio pseudoestratificado. De acordo com a época de seu ciclo reprodutivo, as criptas e glândulas que o constitui podem estar mais desenvolvidas.

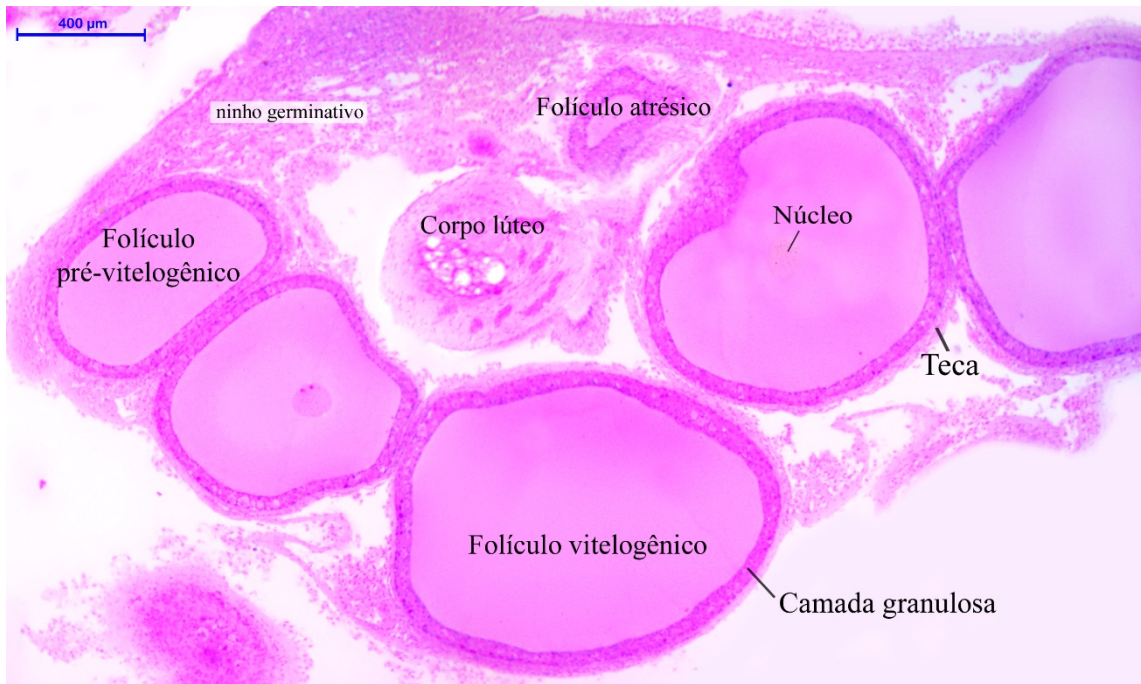


Figura 49. Corte histológico de ovário de lagarto (*Tropidurus* sp.), evidenciando os folículos ovarianos. Corado em HE. Aumento de 40X.

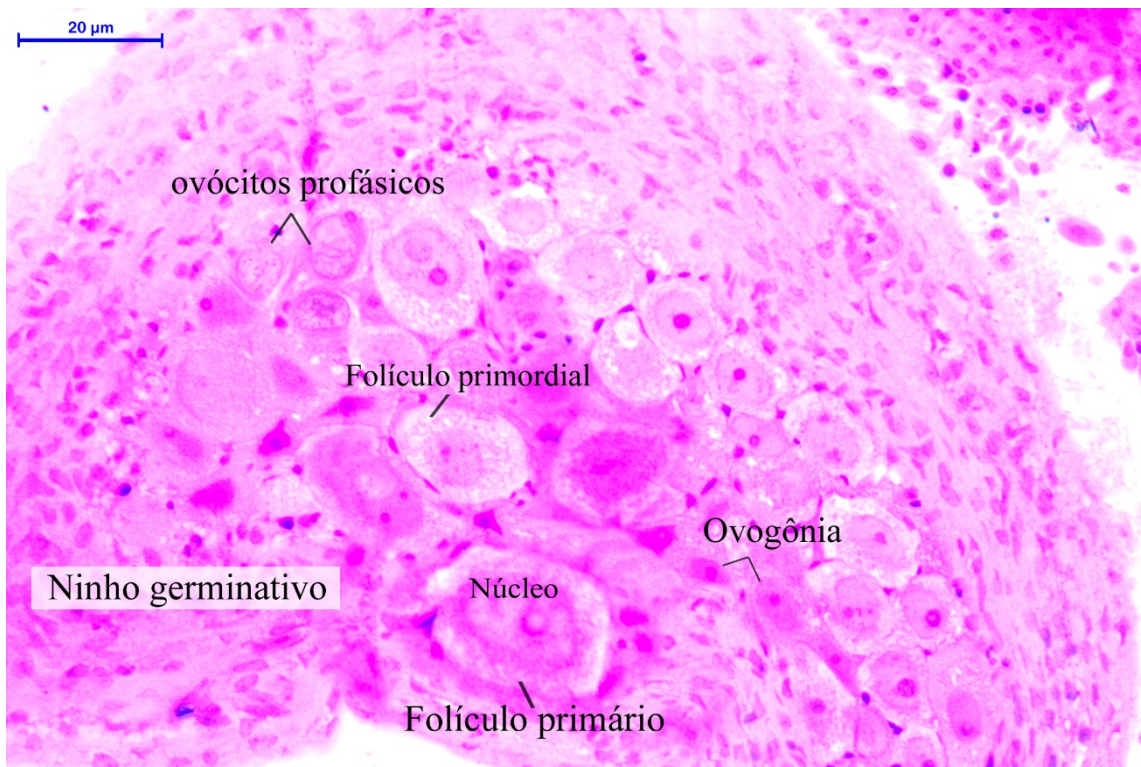


Figura 50. Corte histológico de ovário de lagarto (*Tropidurus* sp.), evidenciando um ninho germinativo, formado por ovogônias e ovócitos em prófase I, além dos folículos primordial e primário. Corado em HE. Aumento de 400X.

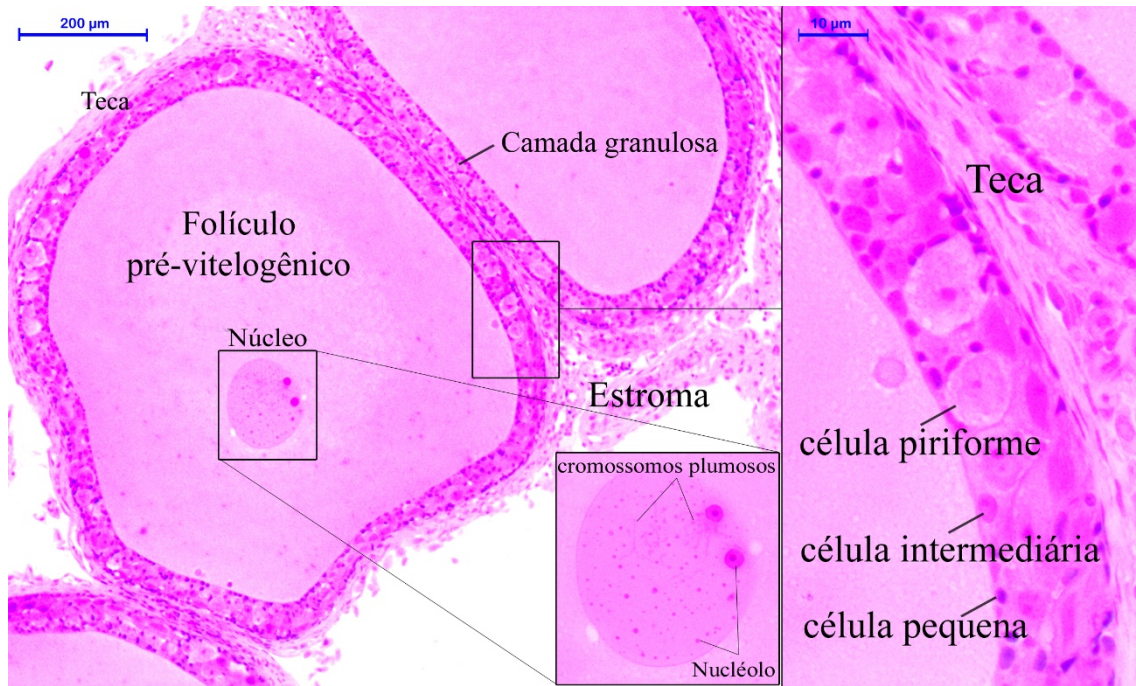


Figura 51. Corte histológico de ovário de lagarto (*Tropidurus* sp.), evidenciando folículos pré-vitelogênicos e seus envoltórios. Corado em HE. Aumentos de 150X e 400X, respectivamente.

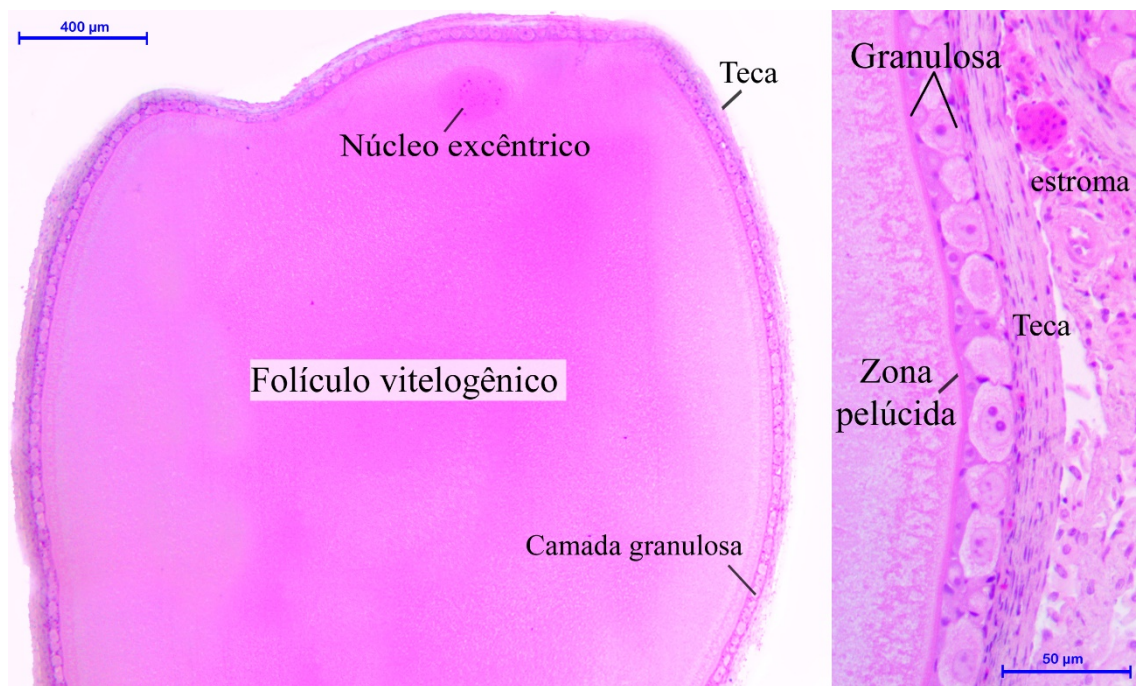


Figura 52. Corte histológico de ovário de lagarto (*Tropidurus* sp.), evidenciando folículo vitelogênico e seus envoltórios. Corado em HE. Aumentos de 40X e 200X, respectivamente.

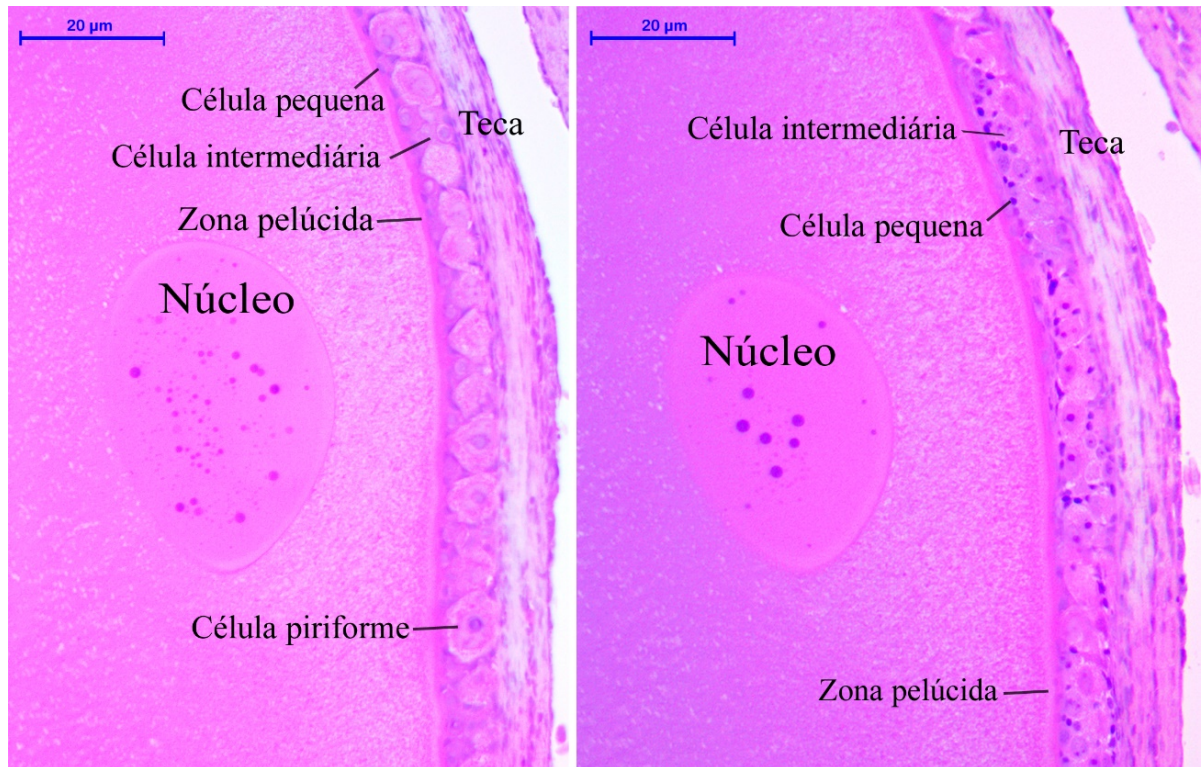


Figura 53. Detalhes de folículos vitelogênicos de lagarto (*Tropidurus* sp.). Notar a diferença da constituição da camada granulosa entre os dois folículos. As células piriformes degeneram com o avanço do desenvolvimento folicular. Corado em HE. Aumento de 200X.

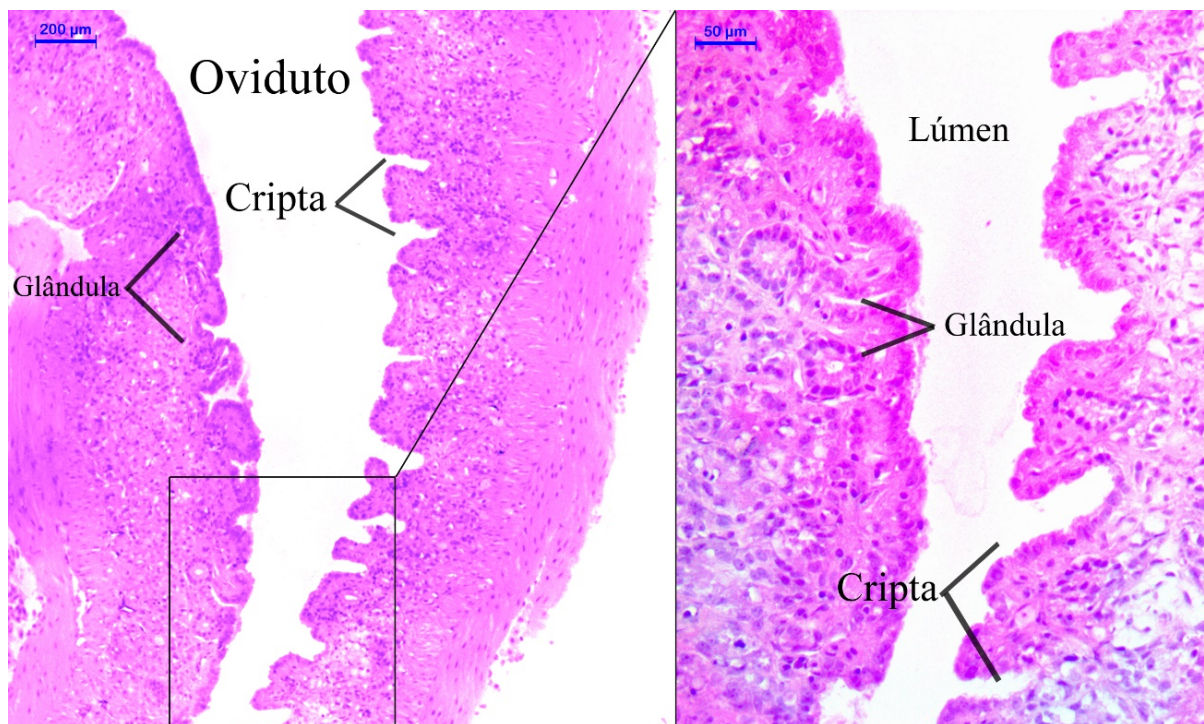


Figura 54. Corte histológico do oviduto de lagarto (*Tropidurus* sp.), evidenciando as glândulas e criptas presentes no epitélio. Corado em HE. Aumentos de 40X e 200X, respectivamente.

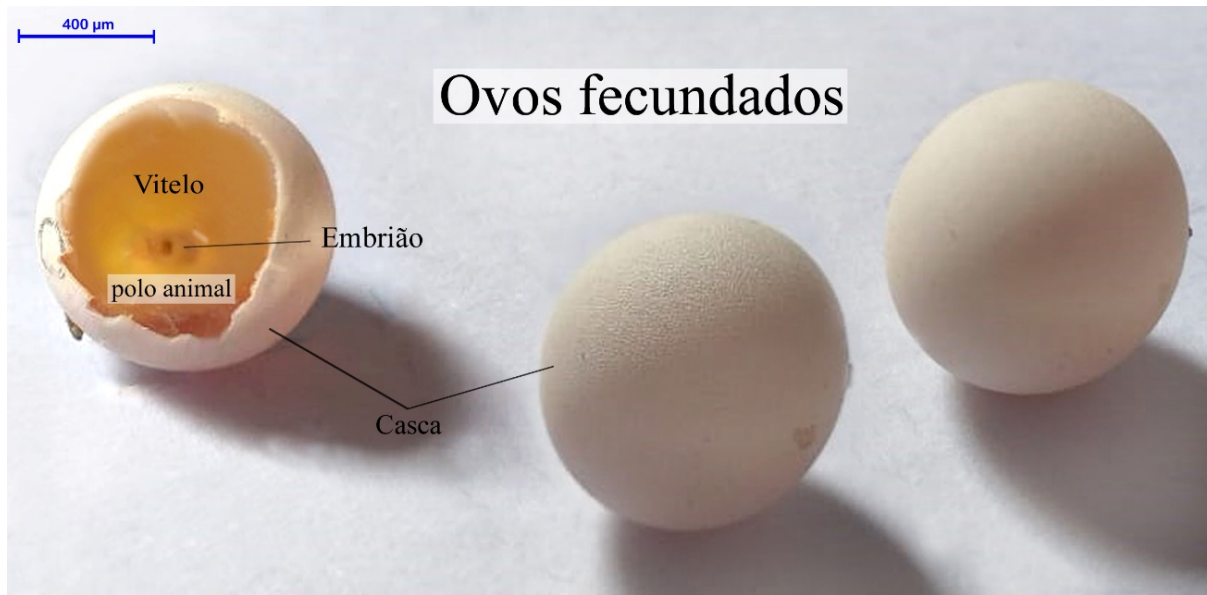


Figura 55. Ovos fecundados de lagartixa doméstica (*Hemidactylus frenatus*), evidenciando o embrião em formação sobre o saco vitelínico no polo animal. Aumento de 6X.

2.2.4. OVÁRIO DE AVE

Em algumas espécies de aves, os ovários são assimétricos e apenas o oviduto e o ovário do lado esquerdo são desenvolvidos. O ovário de ave é ovoide e pode ser subdividido em duas regiões: córtex e medula. Na região cortical ocorre o desenvolvimento folicular. Ao longo do desenvolvimento folicular, grânulos de vitelo são depositados no ovócito e deslocam o núcleo para uma posição excêntrica. Assim como nos machos, aves sazonais podem apresentar diferenças no peso dos ovários em épocas reprodutivas e não-reprodutivas, sendo o ovário pequeno fora do período de postura.

Após a maturidade sexual, a região cortical e medular do ovário perdem seus limites, embora seja possível distinguir regiões com folículos imaturos e folículos em desenvolvimento, em tamanhos variados. A seguir, são demonstrados cortes histológicos de ovário de pombo (*Columba* sp.) e codorna (*Coturnix* sp.).

01) Ovogônias: Os ovários da maioria das aves adultas não apresentam ovogônias. Elas estão presentes no ovário, somente por alguns poucos dias após o nascimento do filhote, quando entram em meiose, dando origem aos ovócitos. Dependendo da

espécie, as ovogônias estão presentes somente durante o período embrionário, como ocorre nos mamíferos.

02) Ovócitos: Os ovócitos encontram-se no interior dos folículos ovarianos que estão unidos à superfície do ovário por um pedículo. Com o desenvolvimento do folículo, os ovócitos passam a acumular vitelo em seu citoplasma. Seu núcleo é chamado de **vesícula germinativa** quando localizado no centro do ovócito e de **disco germinativo** após sua migração para o polo animal, tornando-se excêntrico e discoidal. Os ovócitos das aves são os maiores dentre os animais e variam em tamanho e volume, de acordo com a espécie.

03) Folículo primordial: Localizam-se na região cortical do ovário e invadem o estroma ovariano para iniciar seu desenvolvimento. Cada folículo primordial é formado pelo ovócito primário envolvido por uma camada de células foliculares achatadas.

04) Folículo primário: Ainda possui um **ovócito primário**, porém agora ele está envolto por uma camada de células foliculares cúbicas.

05) Folículo secundário: O ovócito cresce significativamente e as células foliculares multiplicam-se, formando diversas camadas (**camada granulosa**). Essas células iniciam a produção da **zona pelúcida** que se deposita ao redor do ovócito. Ao redor das células foliculares, a teca interna e a teca externa iniciam sua diferenciação, tornando-se bastante desenvolvida. A **teca interna** é formada por fibroblastos, fibras colágenas e outros tipos celulares que, juntos, compõem uma compacta cápsula ao redor do folículo. A **teca externa** é mais espessa, sendo constituída também por fibroblastos, fibras colágenas e grande quantidade de vasos sanguíneos. Durante o desenvolvimento dos folículos secundários, tem início a deposição de vitelo no citoplasma do ovócito, marcando o período de vitelogênese. Agora esses ovócitos podem ser classificados como **ovócitos vitelogênicos**. Esses ovócitos se desenvolverão até atingirem seu tamanho máximo, caracterizando um **folículo maduro** e apto a sofrer ovulação.

06) Folículo pós-ovulatório e folículo atrésico: O folículo pós-ovulatório é o folículo remanescente presente no ovário após a ovulação e regride rapidamente, formando um folículo atrésico. Em aves, o termo **folículo atrésico** é usado para se

referir aos folículos em processo de eliminação, seja após a ovulação ou em casos de folículos que não conseguiram se desenvolver completamente e acabam por degenerar. Diferente do que ocorre nos mamíferos, o folículo pós-ovulatório, nas aves, não se transformará em um corpo lúteo.

07) Oviduto: O oviduto é formado por 4 partes - infundíbulo, magno, istmo e útero. O ovócito liberado na ovulação será capturado pelo oviduto e conduzido até a cloaca. Normalmente a fecundação ocorre na região proximal do oviduto, conhecida como **infundíbulo**. Nas aves, pode haver uma polispermia fisiológica, porém somente um dos pro-núcleos masculinos irá se fundir com o pro-núcleo feminino para formar o ovo ou zigoto. Durante seu trajeto até a cloaca, o ovo é envolto pelo albúmen na porção constituída pelo **magno**, e posteriormente recebe as membranas da casca ao longo de sua passagem pelo **istmo**. Finalmente, ao chegar na porção distal do oviduto, conhecida como **útero**, a casca, formada por carbonato de cálcio, é depositada sobre as membranas que envolvem o ovo. O útero é contínuo à vagina que se conecta à cloaca da ave para a postura do ovo no meio externo.

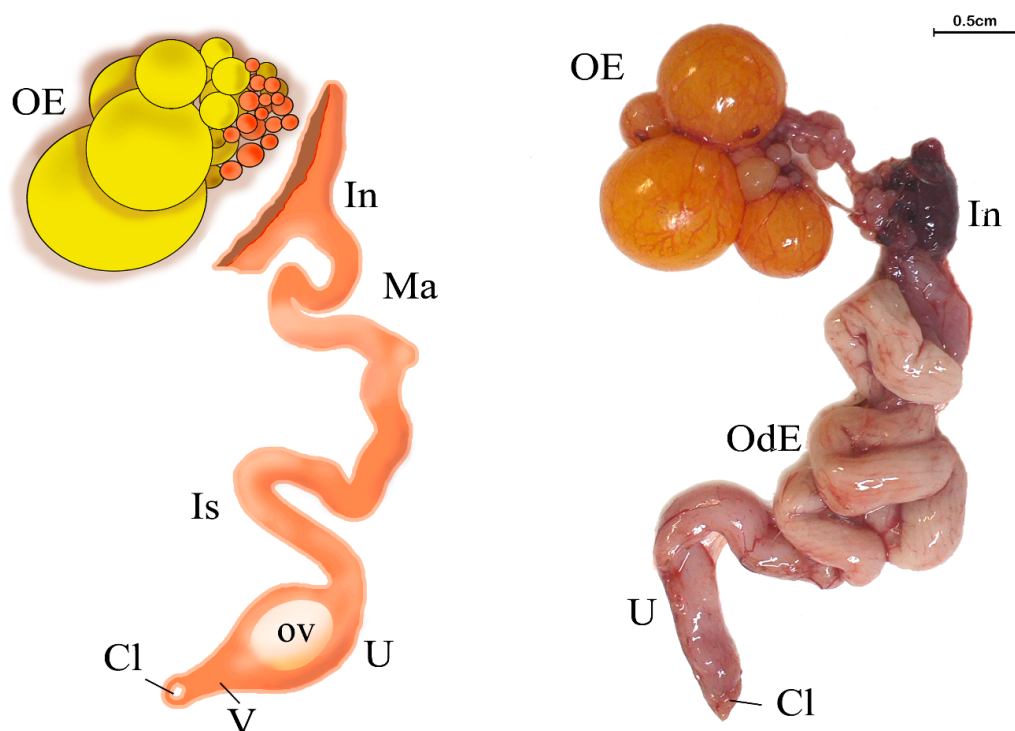


Figura 56. Aparelho reprodutor de codorna (*Coturnix* sp.). OE: ovário esquerdo, In: infundíbulo, Ma: magno, OdE: oviduto esquerdo, Is: istmo, U: útero, V: vagina, Cl: cloaca, ov: ovo.

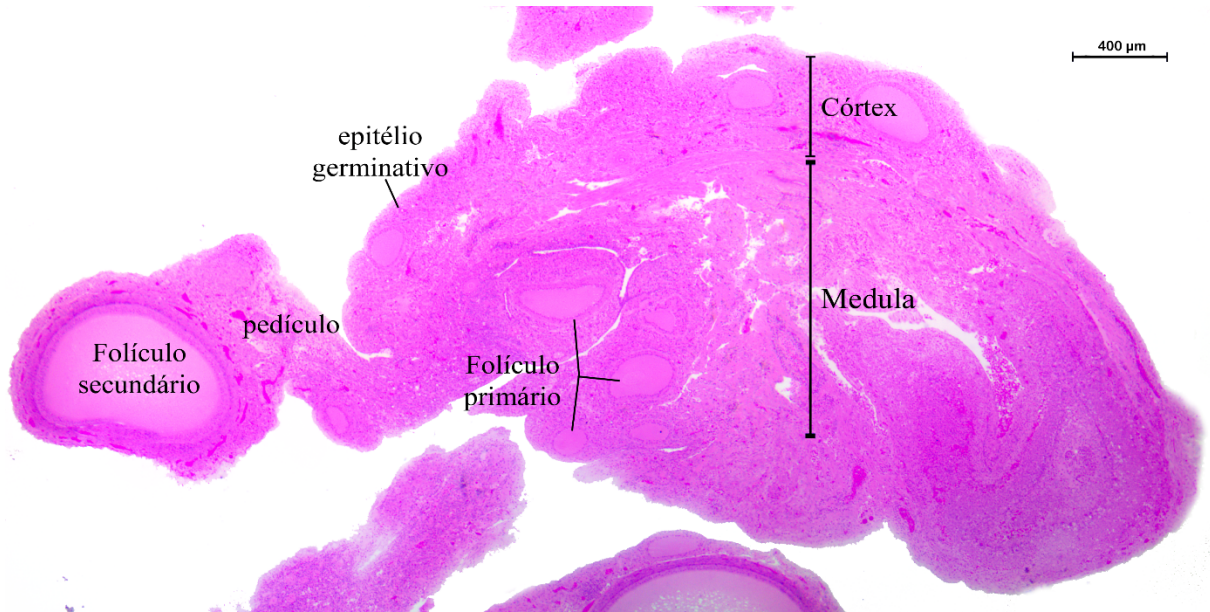


Figura 57. Corte histológico de ovário de codorna (*Coturnix* sp.), evidenciando a região cortical e região medular. Corado em HE. Aumento de 40x.



Figura 58. Corte histológico de ovário de codorna (*Coturnix* sp.), evidenciando os folículos primordiais. Corado em HE. Aumento de 400x.

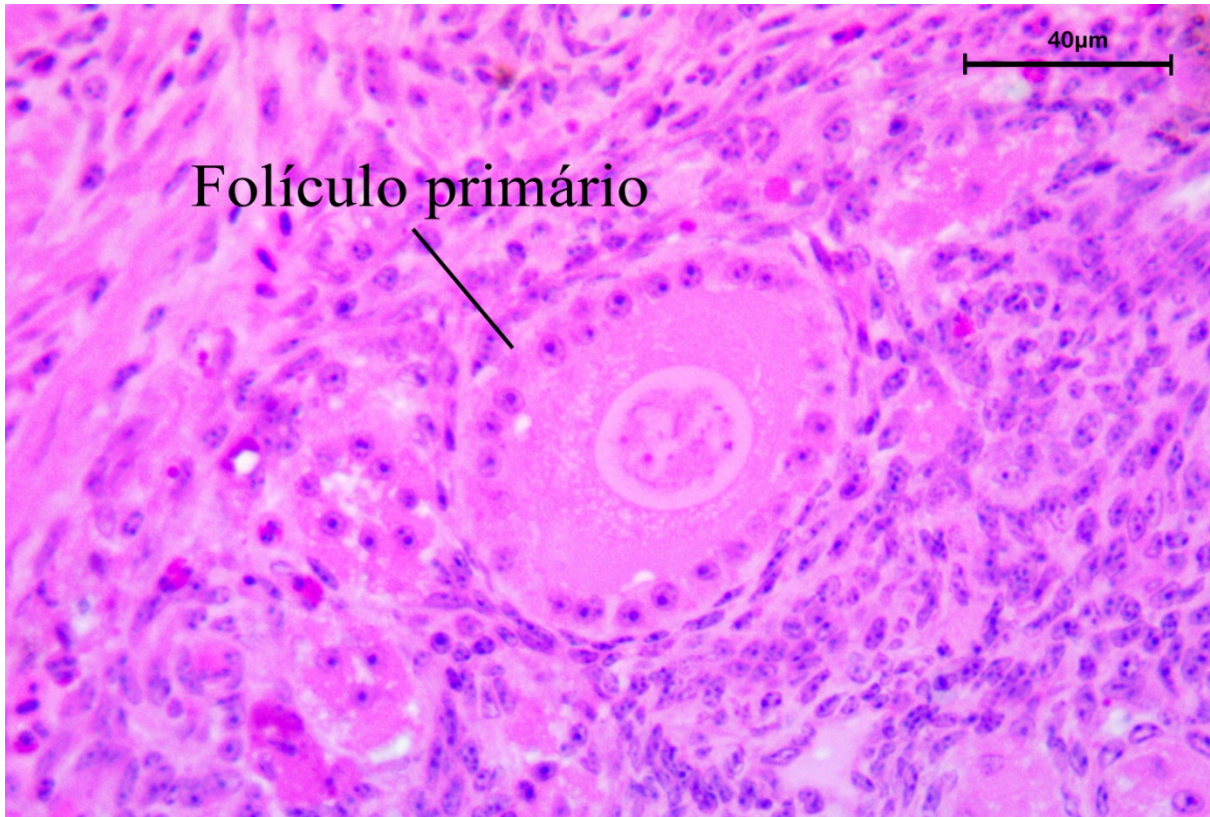


Figura 59. Corte histológico de ovário de codorna (*Coturnix* sp.), evidenciando um folículo primário. Corado em HE. Aumento de 400x.

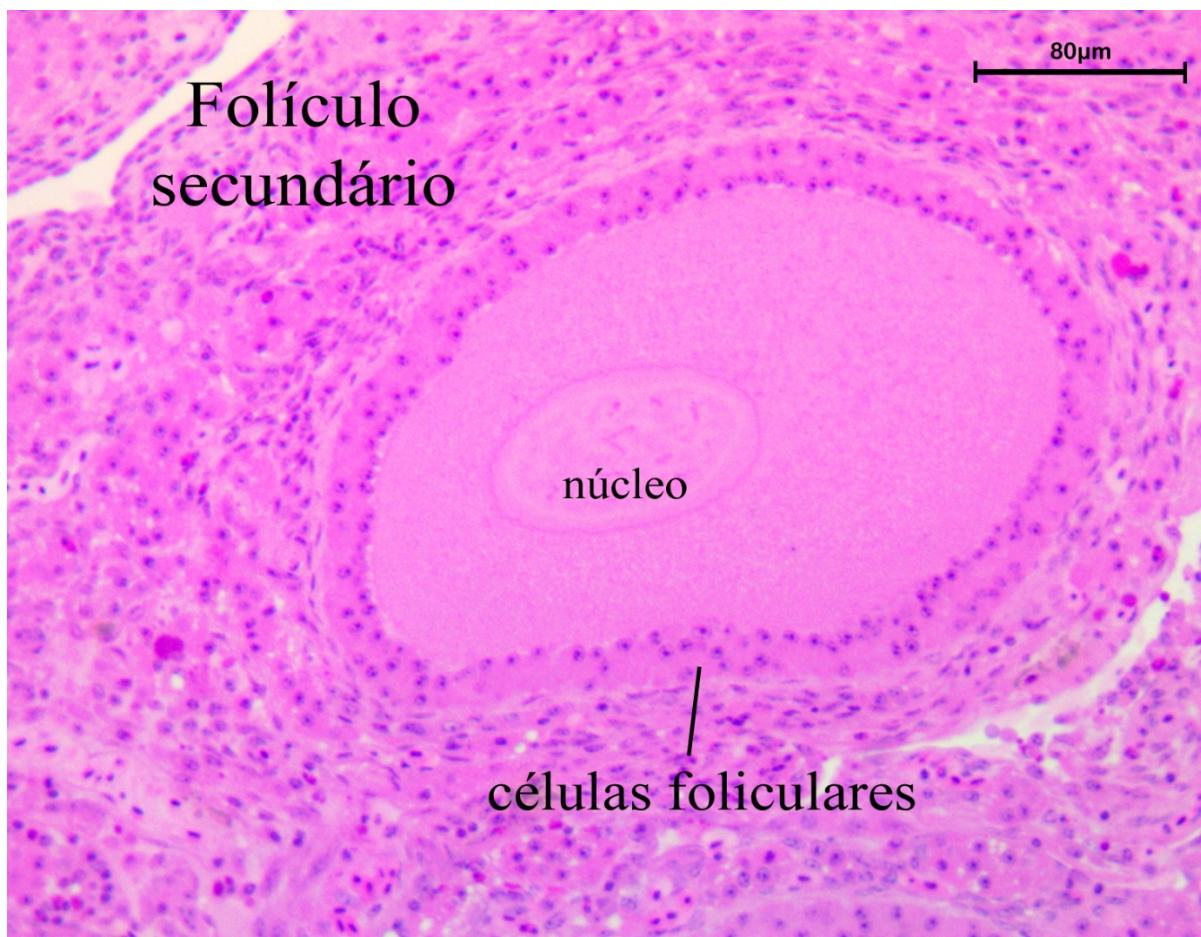


Figura 60. Corte histológico de ovário de codorna (*Coturnix* sp.), evidenciando um folículo secundário. Corado em HE. Aumento de 400x.

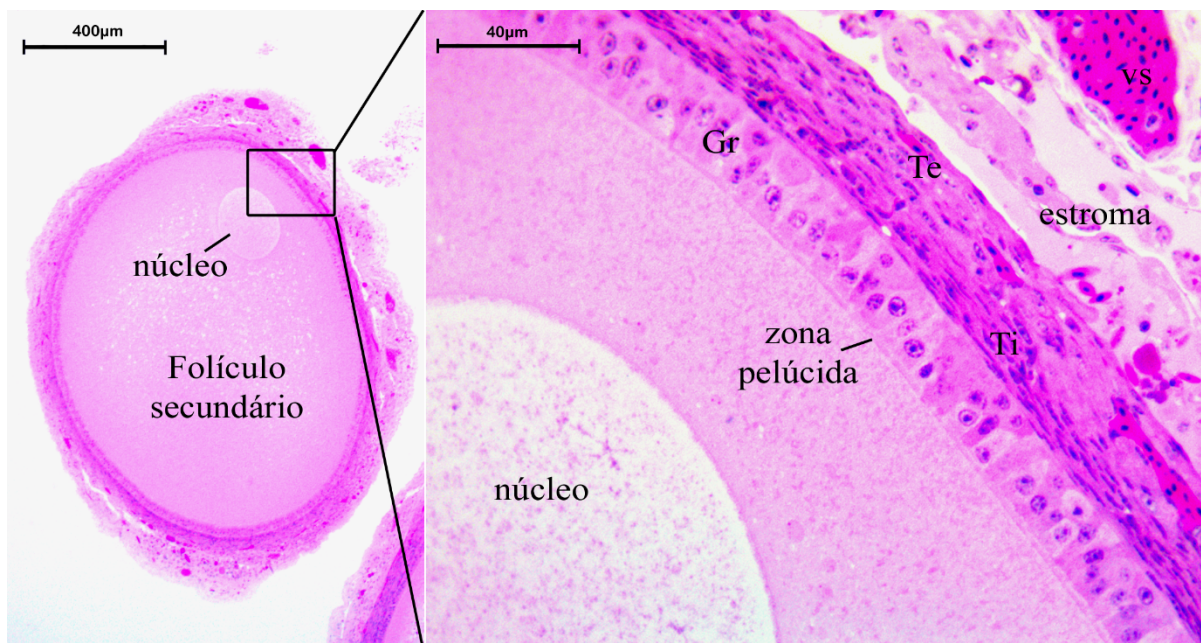


Figura 61. Corte histológico de ovário de codorna (*Coturnix* sp.), evidenciando um folículo secundário em desenvolvimento. O núcleo se torna periférico. Gr: granulosa, Ti: teca interna, Te: teca externa, vs: vaso sanguíneo. Corado em HE. Aumentos de 40x e 200x, respectivamente.

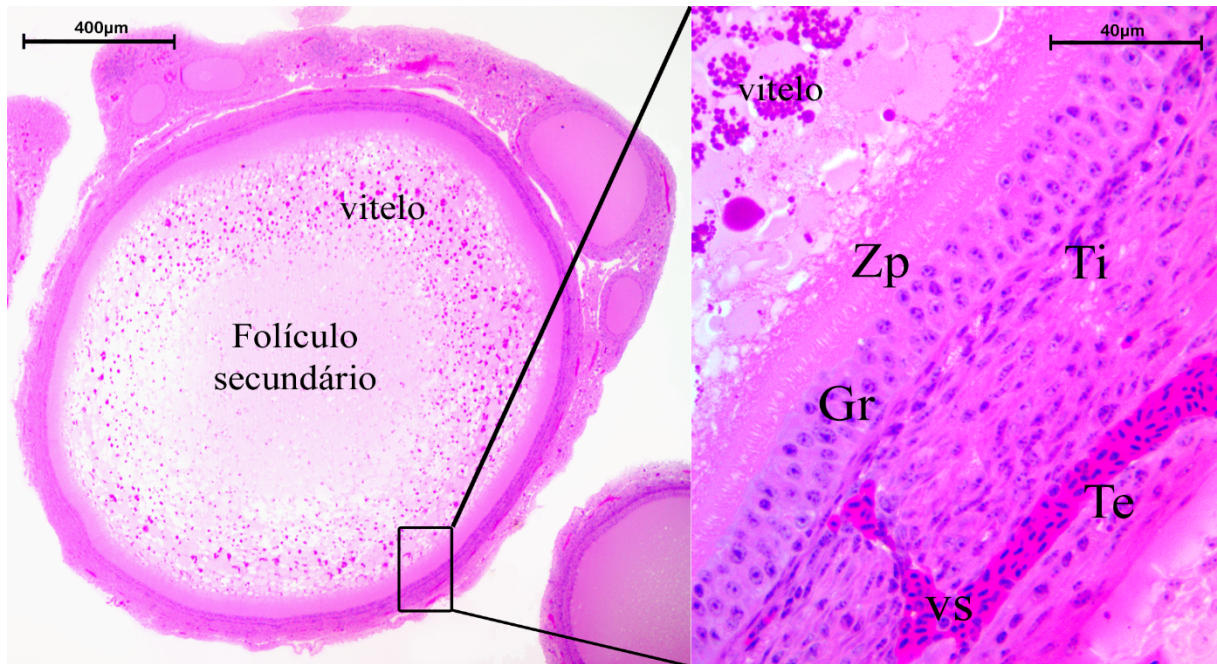


Figura 62. Corte histológico de ovário de codorna (*Coturnix* sp.), evidenciando um folículo secundário em início de vitelogênese. Zp: zona pelúcida (zona radiata), Gr: granulosa, Ti: teca interna, Te: teca externa, vs: vaso sanguíneo. Corado em HE. Aumentos de 40x e 200x, respectivamente.

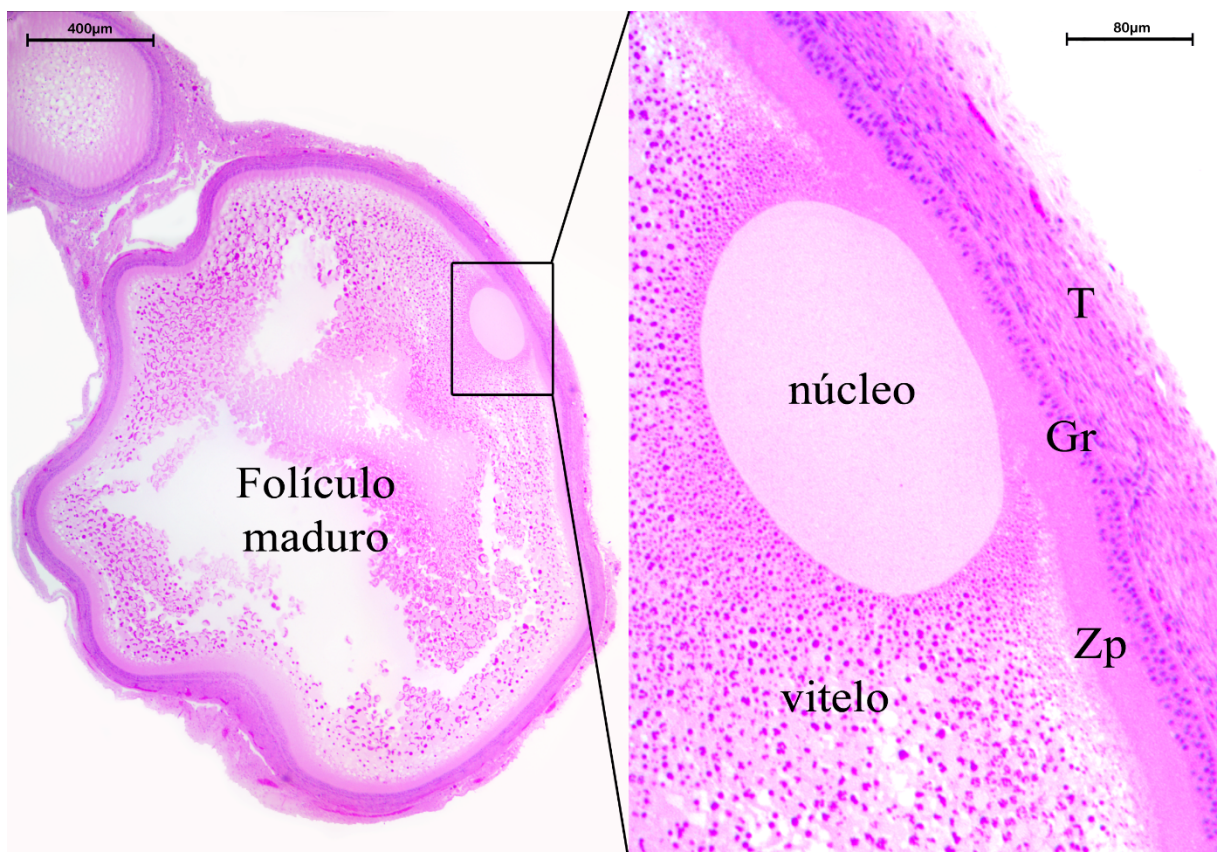


Figura 63. Corte histológico de ovário de codorna (*Coturnix* sp.), evidenciando um folículo maduro. Note o núcleo excêntrico, constituindo o disco germinativo. Zp: zona pelúcida, Gr: granulosa, T: teca. Corado em HE. Aumentos de 40x e 100x, respectivamente.

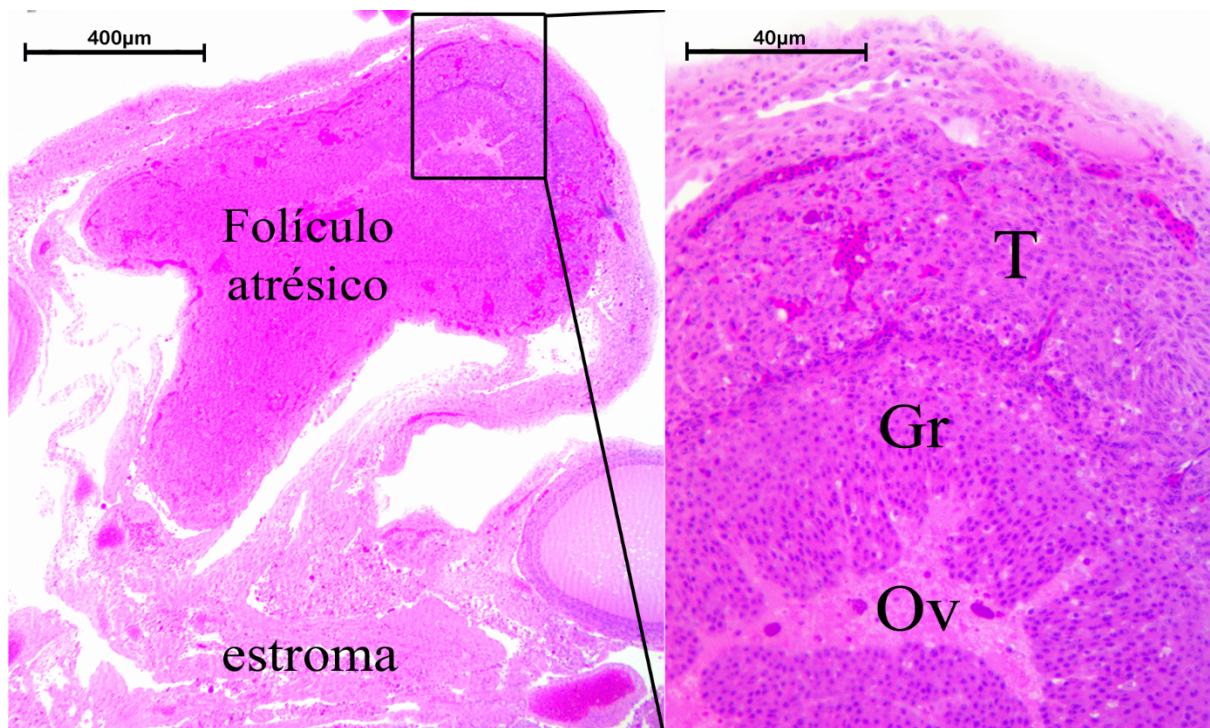


Figura 64. Corte histológico de ovário de codorna (*Coturnix* sp.), evidenciando um folículo atrésico. Gr: granulosa, T: teca, Ov: ovócito em degeneração. Corado em HE. Aumentos de 40x e 200x, respectivamente.



Figura 65. Corte histológico de ovário de codorna (*Coturnix* sp.), evidenciando um folículo pós-ovulatório. Note as células foliculares e tecais remanescentes. Corado em HE. Aumento de 100x

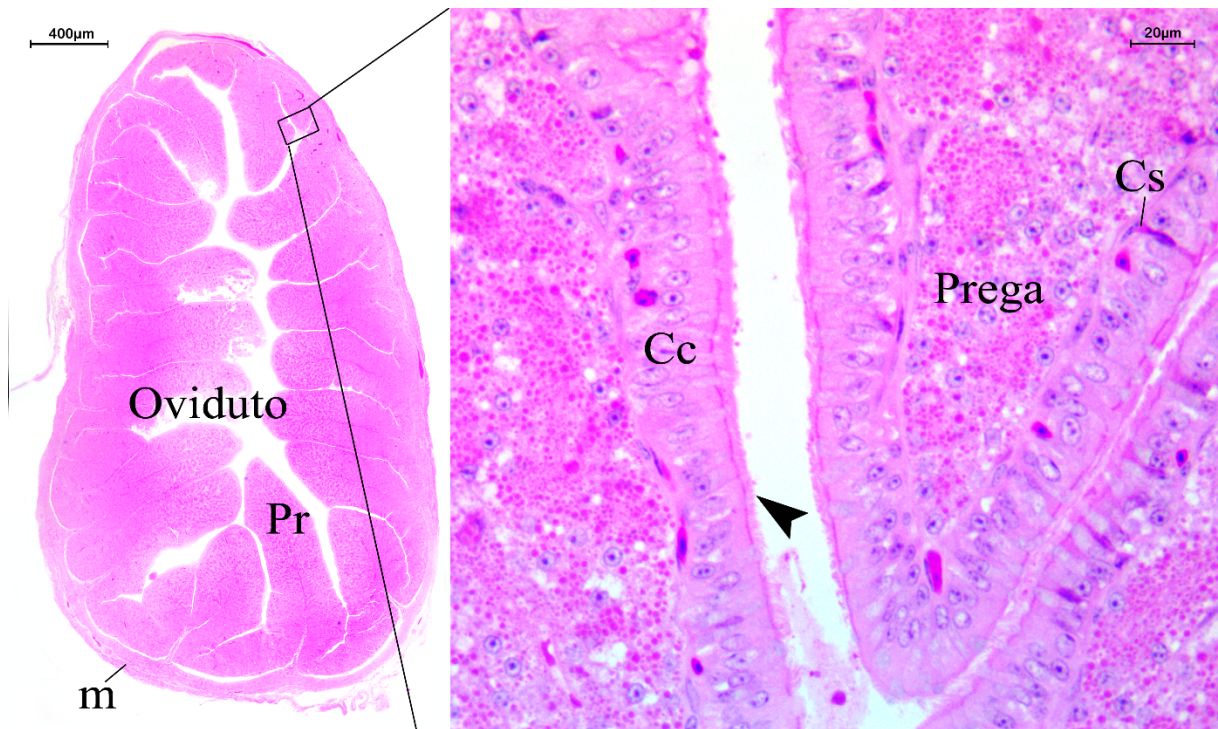


Figura 66. Corte histológico do oviduto de codorna (*Coturnix* sp.) – região do magno – evidenciando um as pregas da mucosa, formada por células ciliadas (Cc) e células secretoras (Cs). Ponta de seta: região dos cílios das células epiteliais. Corado em HE. Aumentos de 40x e 200x, respectivamente.

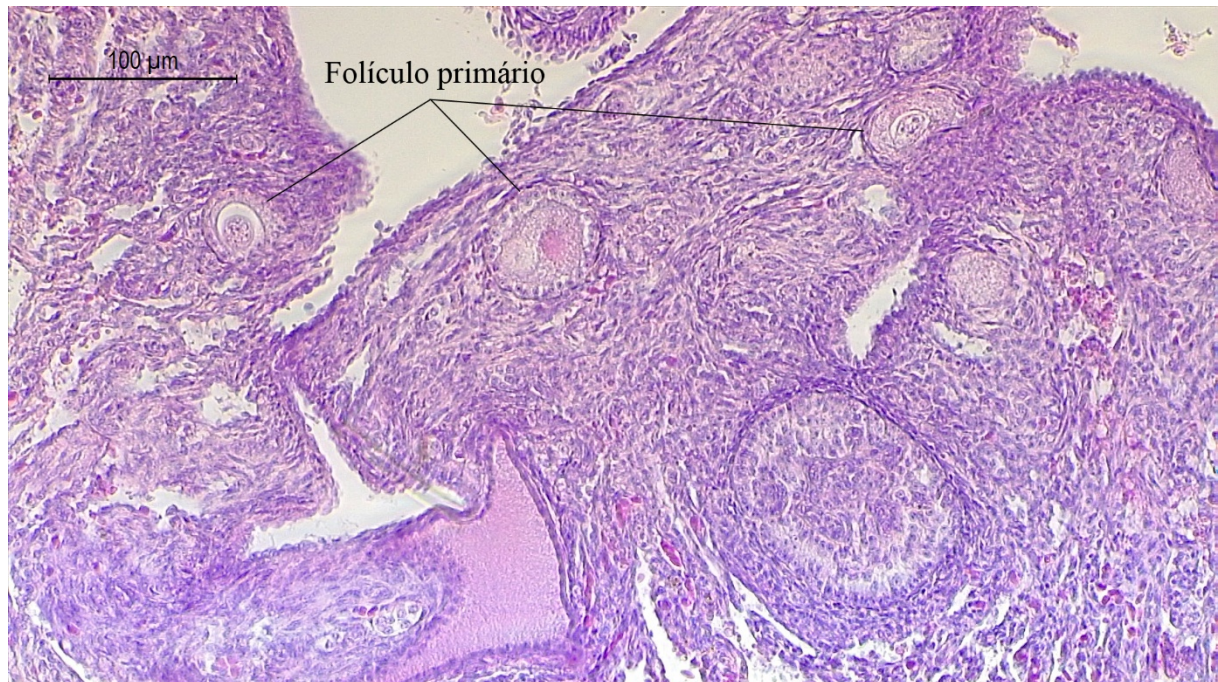


Figura 67. Corte histológico de ovário de pombo (*Columba* sp.). Corado em HE. Aumento de 200x.



Figura 68. Corte histológico de ovário de pombo (*Columba* sp.). Corado em HE. Aumento de 50x.

2.2.5. OVÁRIO DE MAMÍFERO

Podem ser identificadas duas regiões distintas no ovário: o **córtex** e a **medula**. As células germinativas femininas estão localizadas sempre na região cortical. Esse posicionamento é devido ao período de diferenciação gonadal durante o desenvolvimento intrauterino, no qual as células localizadas no córtex da gônada indiferenciada formarão os folículos na fêmea e a medula formará os túbulos seminíferos no macho. As ovogônias, células germinativas precursoras femininas, originam todos os ovócitos primários das fêmeas antes do nascimento. O ovócito está abrigado em uma estrutura denominada de folículo durante todo seu percurso, a qual é responsável por sua nutrição e proteção. Neste Atlas, para fins didáticos, os folículos foram divididos em: primordial, primário, em crescimento e maduro. Além disso, o ovário de mamífero será representado pelo ovário de cadela (*Canis lupus*

familiaris), ovário de rata albina (*Rattus norvegicus albinus*) e ovário de gata (*Felis catus*).

01) Folículo primordial: Caracterizado por um **ovócito primário** paralisado na prófase I e envolvido por uma camada de células foliculares achatadas. Ao nascer, a fêmea apresenta apenas esse tipo de folículo.

02) Folículo primário: Ainda possui um **ovócito primário**, porém agora ele está envolto por uma camada de células foliculares cúbicas. Além disso, ao redor do ovócito está a zona pelúcida, formada por glicoproteínas espécie-específicas e fundamental para o reconhecimento do ovócito pelo espermatozoide.

03) Folículo em crescimento: O ovócito **primário**, neste estágio, está circundado por duas ou mais camadas de células foliculares cúbicas, caracterizando a **camada granulosa**. Envolvendo a camada granulosa, é possível observar outras duas camadas celulares: **teca interna** - vascularizada e produtora de andrógenos (por exemplo, testosterona) - e **teca externa** - fibrosa. Além das funções anteriormente citadas, a camada granulosa converte esses hormônios em estrógenos através da enzima aromatase. A zona pelúcida apresenta-se mais espessa.

04) Folículo antral: À medida em que o folículo amadurece, uma cavidade preenchida por líquido folicular se desenvolve entre as células da camada granulosa. O ovócito completa a primeira etapa da meiose, inicia a segunda etapa e estaciona na metáfase II, passando a ser denominado **ovócito secundário**. À medida em que o folículo aumenta de tamanho, passa a ser chamado de folículo maduro. O ovócito II prende-se à camada granulosa através do **cumulus oophorus** e é externamente envolto pela **zona pelúcida** e pela **corona radiata**, as quais permanecem ao redor do ovócito após a ovulação. Externamente, as tecas encontram-se mais desenvolvidas. Dá-se o nome de **Folículo de Graaf** ao folículo maduro pré-ovulatório.

05) Folículo atrésico: Apenas alguns folículos terão seus ovócitos secundários ovocitados durante um ciclo de maturação folicular, os demais sofrerão atresia folicular (degeneração) - inclusive por influência dos folículos dominantes. É possível identificar um folículo atrésico por ser disforme e apresentar células foliculares com núcleos picnóticos (cromatina extremamente condensada) soltas na luz do folículo.

06) Corpo Lúteo: Após a ovulação, o antro e as células remanescentes da granulosa e das tecas formam o corpo lúteo. Ele possui aspecto amarelado e é uma glândula responsável pela secreção de estrógeno e progesterona, hormônios necessários para a preparação do útero para receber um embrião, persistindo ativo até a formação da placenta (corpo lúteo gravídico). Caso não ocorra a fertilização, o corpo lúteo começa a involuir e forma o corpo albicans, uma espécie de cicatriz.

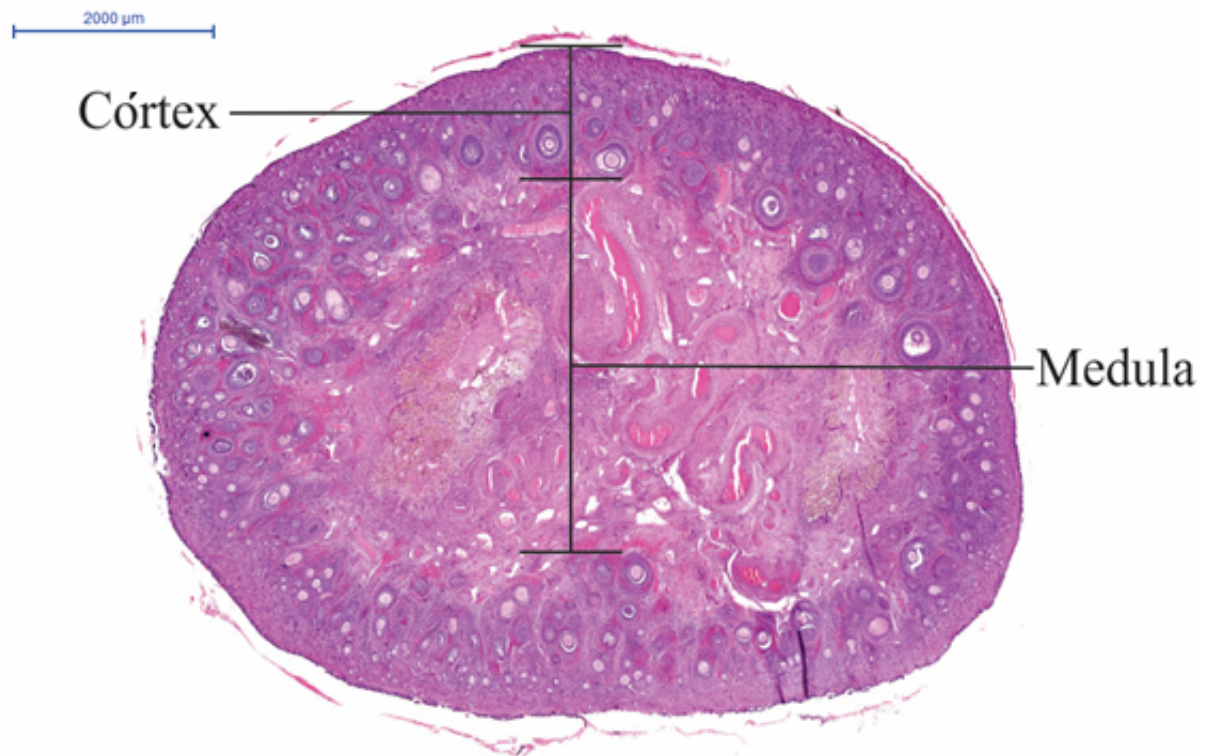


Figura 69. Corte histológico de ovário de cadela (*Canis lupus familiaris*). Corado em HE. Aumento de 10X.

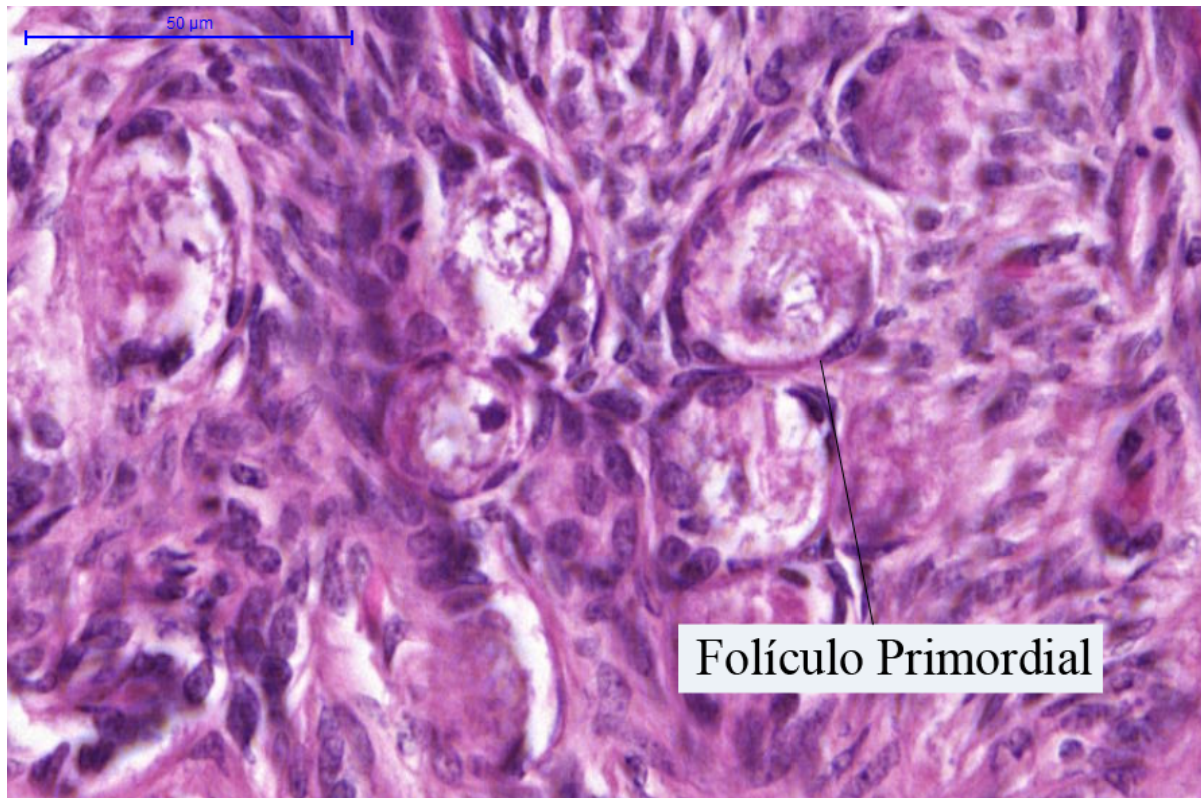


Figura 70. Corte histológico de ovário de cadela (*Canis lupus familiaris*), evidenciando um folículo primordial. Corado em HE. Aumento de 500x.

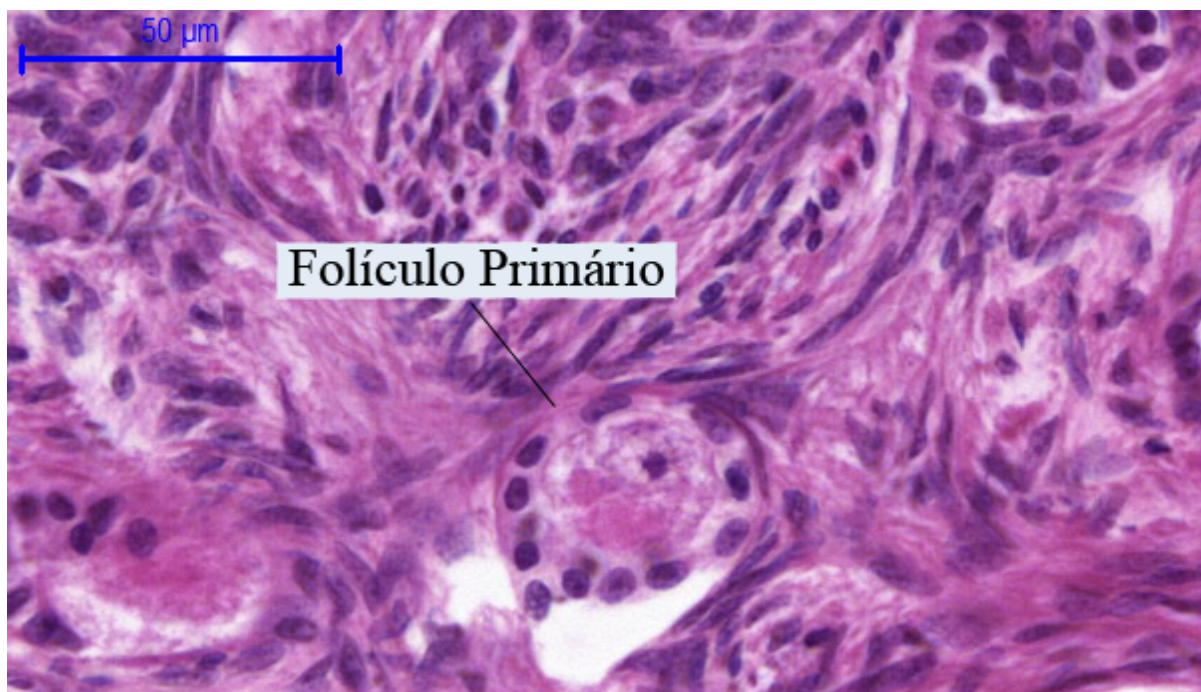


Figura 71. Corte histológico de ovário de cadela (*Canis lupus familiaris*), evidenciando um folículo primário. Corado em HE. Aumento de 500x.

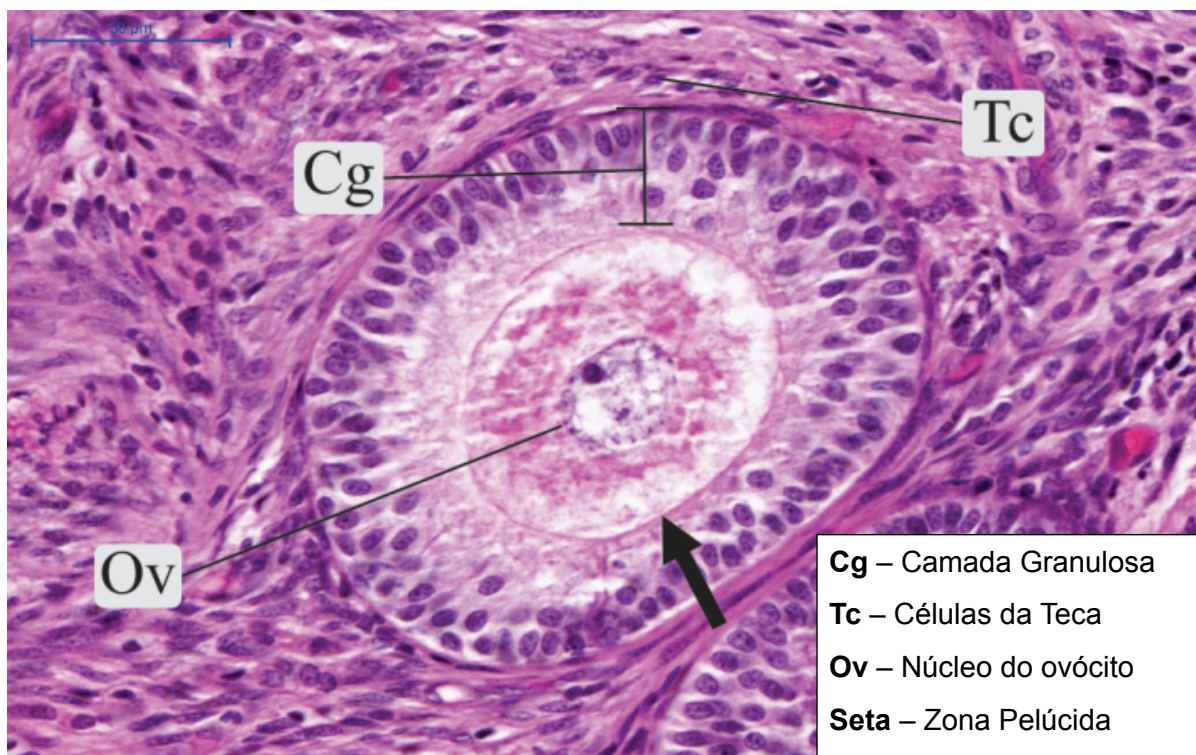


Figura 72. Corte histológico de ovário de cadela (*Canis lupus familiaris*), evidenciando um folículo em crescimento. Corado em HE. Aumento de 400x.

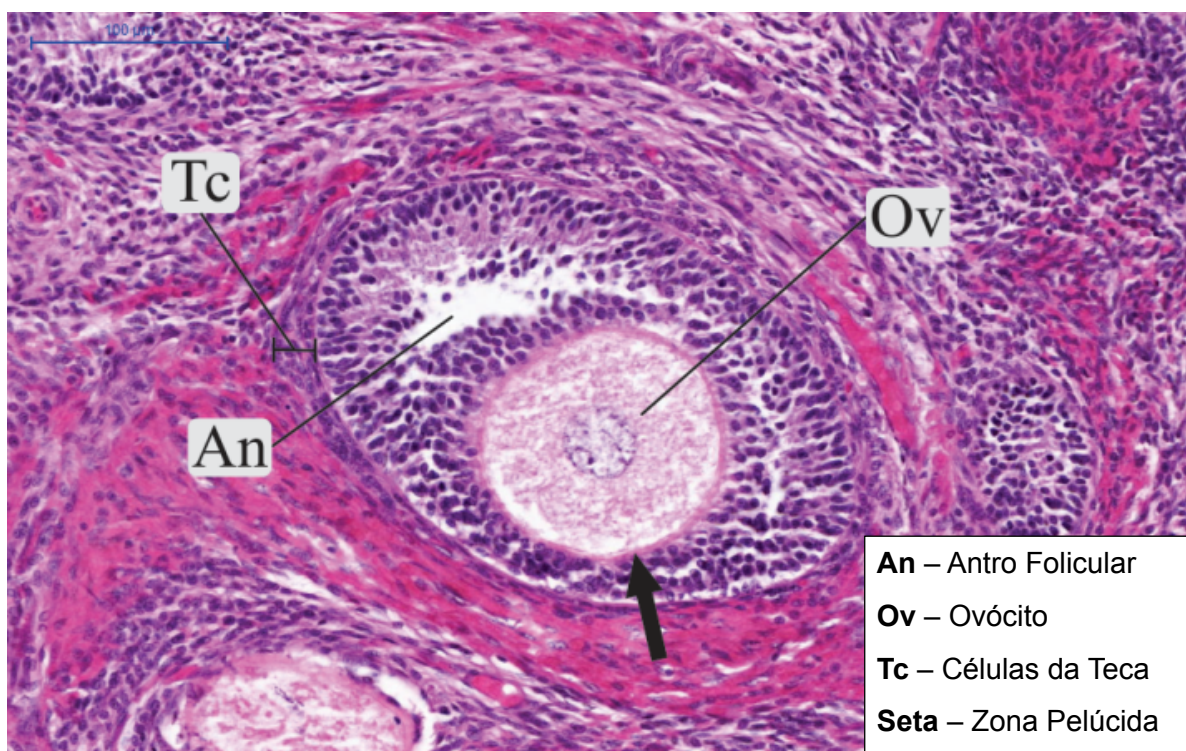


Figura 73. Corte histológico de ovário de cadela (*Canis lupus familiaris*), evidenciando um folículo em crescimento com início do surgimento do antro. Corado em HE. Aumento de 200x.

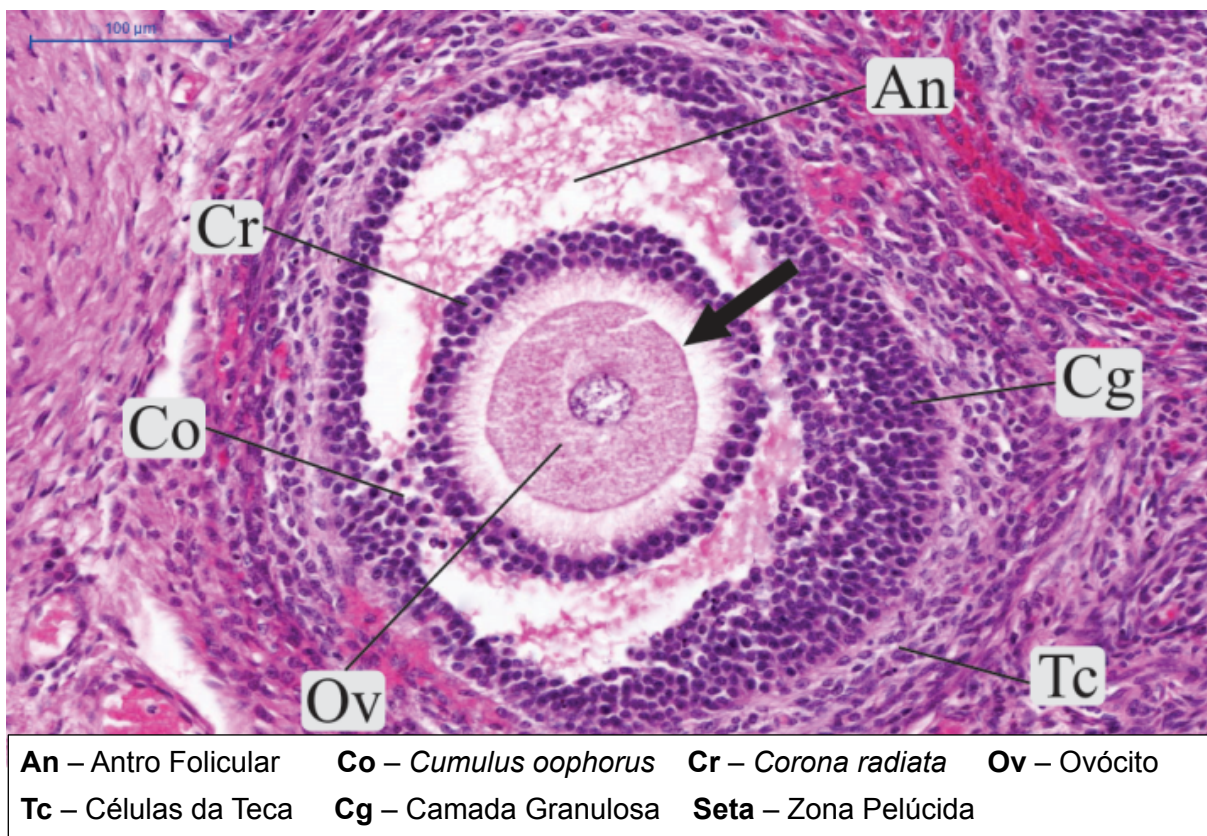


Figura 74. Corte histológico de ovário de cadela (*Canis lupus familiaris*), evidenciando um folículo antral, em processo de maturação. Corado em HE. Aumento de 200x.

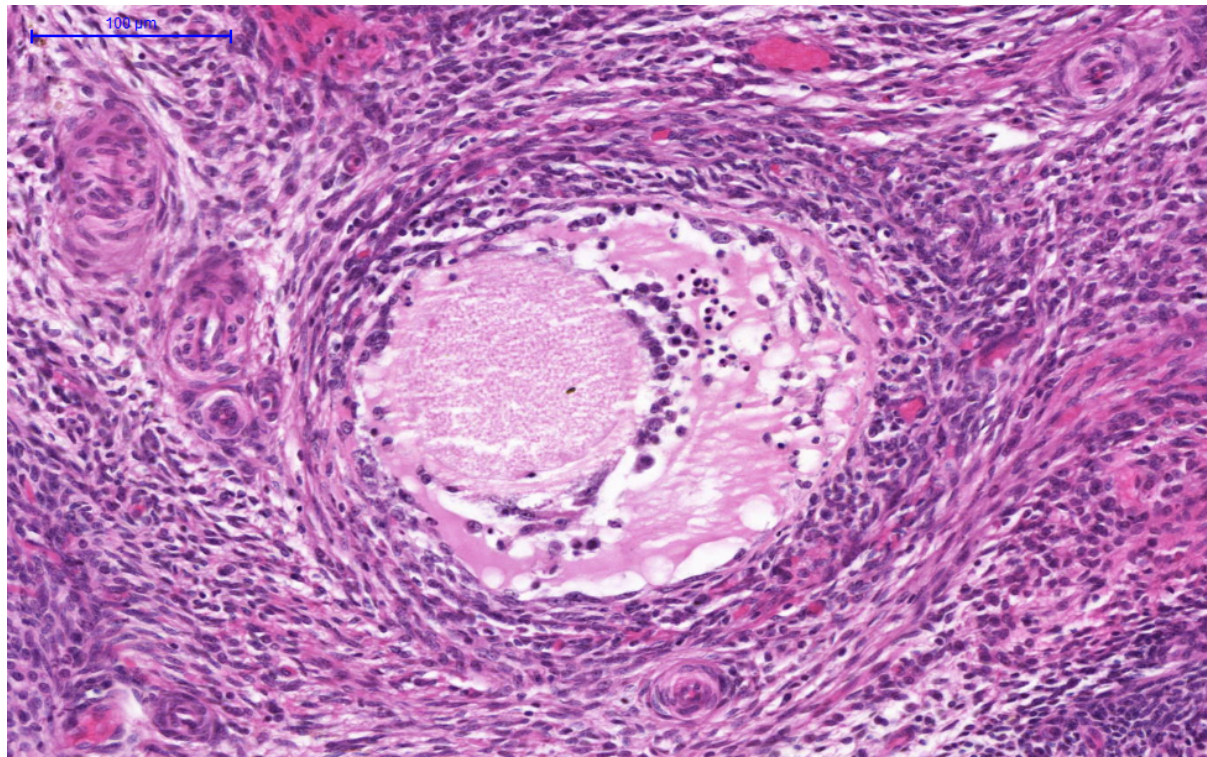


Figura 75. Corte histológico de ovário de cadela (*Canis lupus familiaris*), evidenciando um folículo atrésico com suas com núcleos picnóticos na região do antro (pontos escuros). Corado em HE. Aumento de 200x.

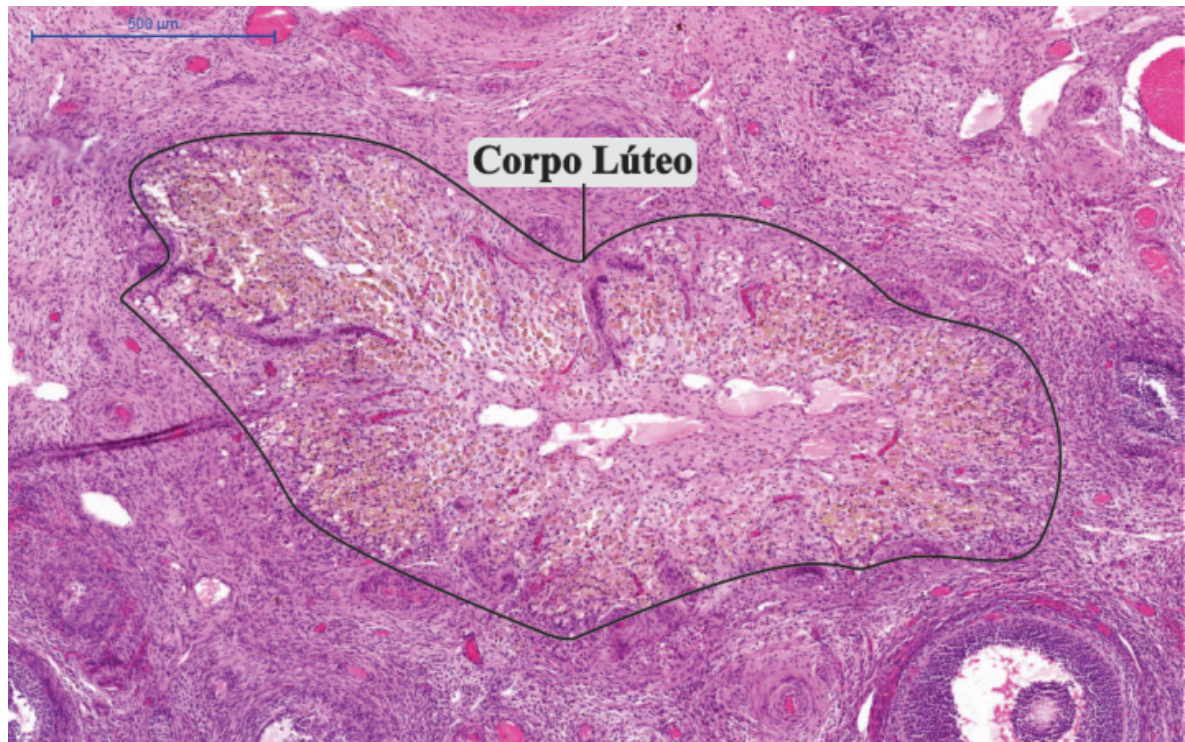


Figura 76. Corte histológico de ovário de cadela (*Canis lupus familiaris*), evidenciando um corpo lúteo. Corado em HE. Aumento de 50x.

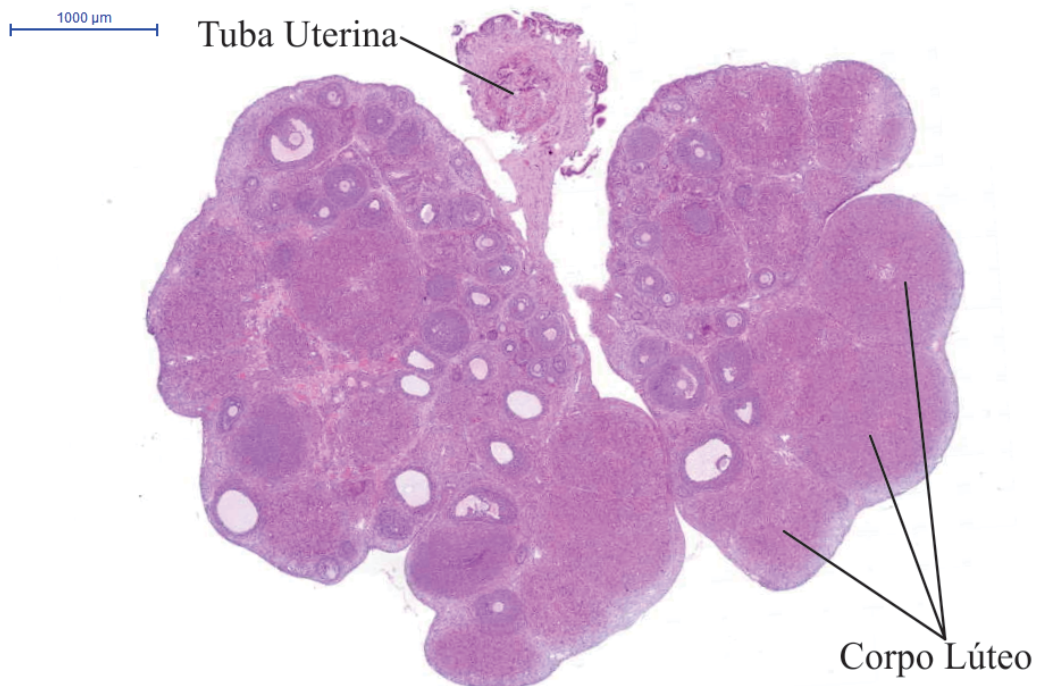


Figura 77. Corte histológico de ovário de rata (*Rattus norvegicus albinus*), evidenciando a tuba uterina e corpos lúteos. Corado em HE. Aumento de 15x.

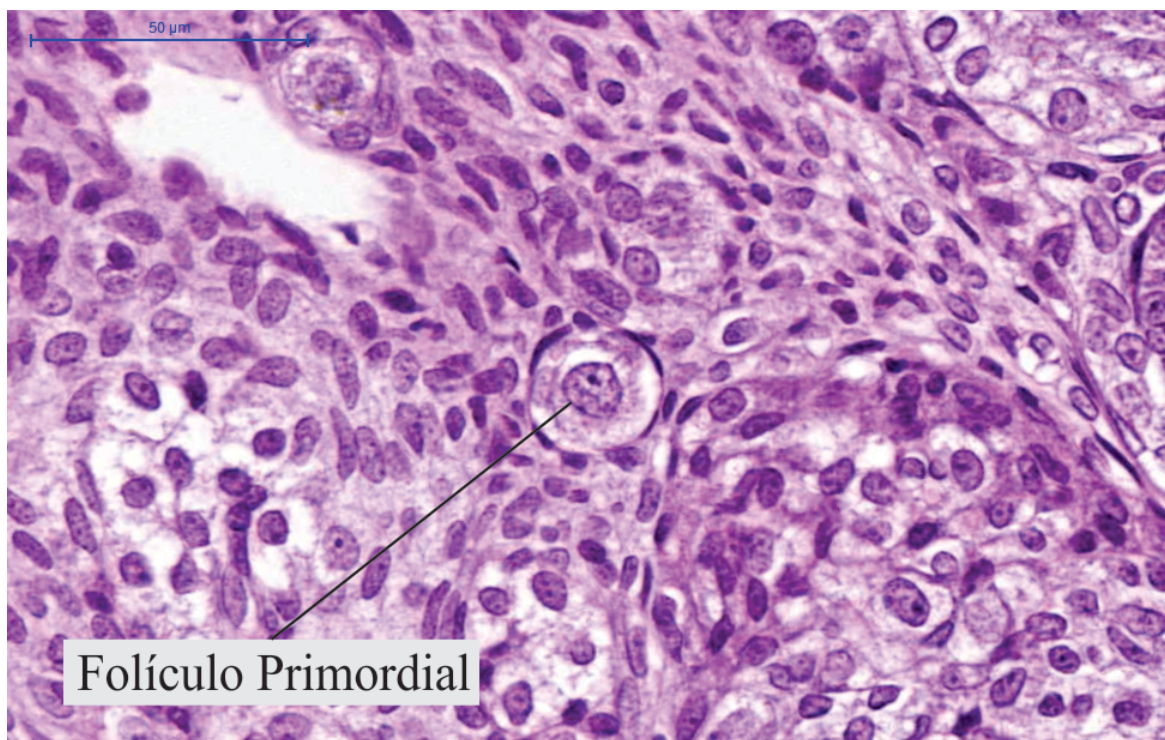


Figura 78. Corte Histológico de ovário de rata (*Rattus norvegicus albinus*), evidenciando um folículo primordial. Corado em HE. Aumento de 500x.

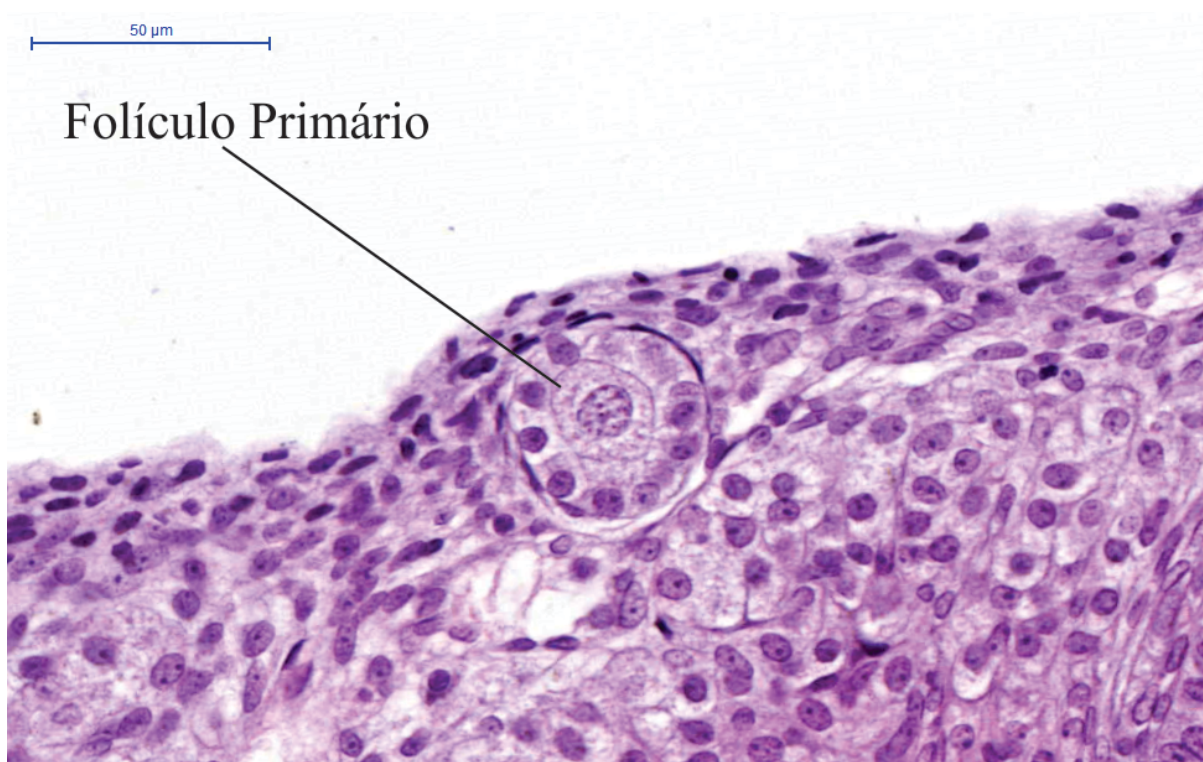


Figura 79. Corte Histológico de Ovário de rata (*Rattus norvegicus albinus*), evidenciando um folículo primário. Corado em HE. Aumento de 400x.

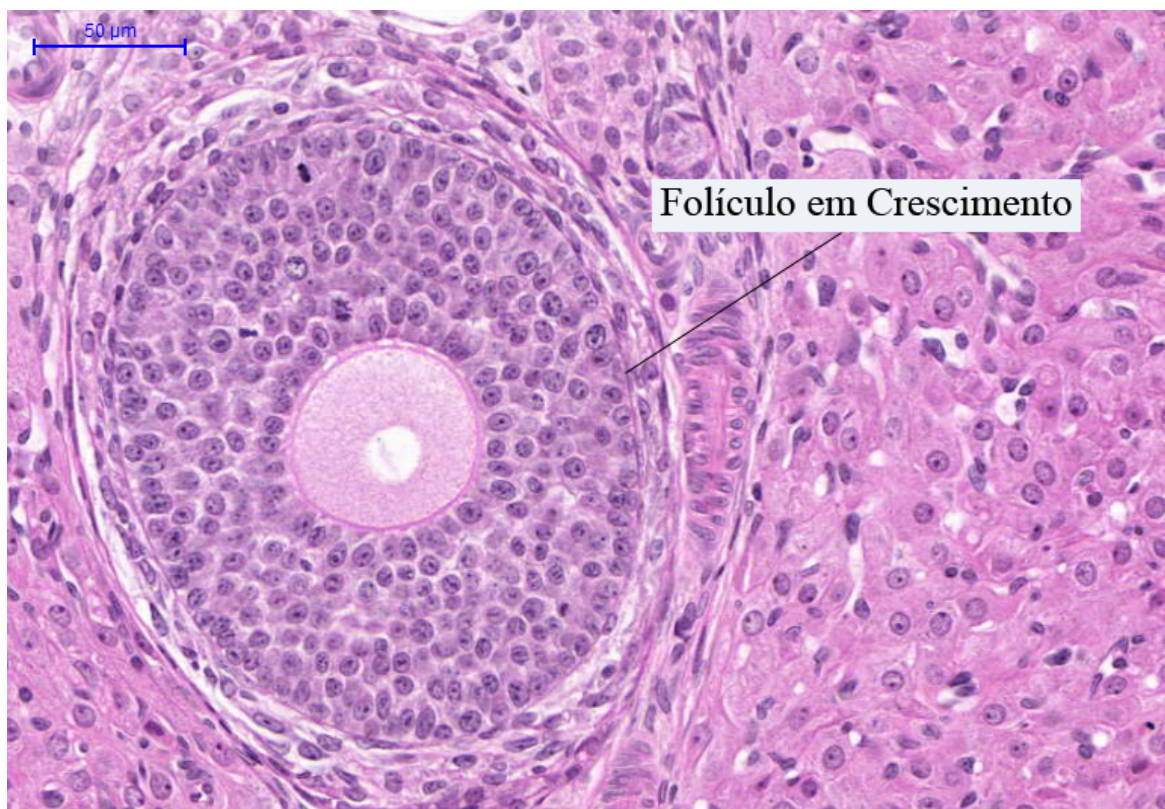


Figura 80. Corte Histológico de ovário de rata (*Rattus norvegicus albinus*), evidenciando um folículo em crescimento. Corado em HE. Aumento de 300x.

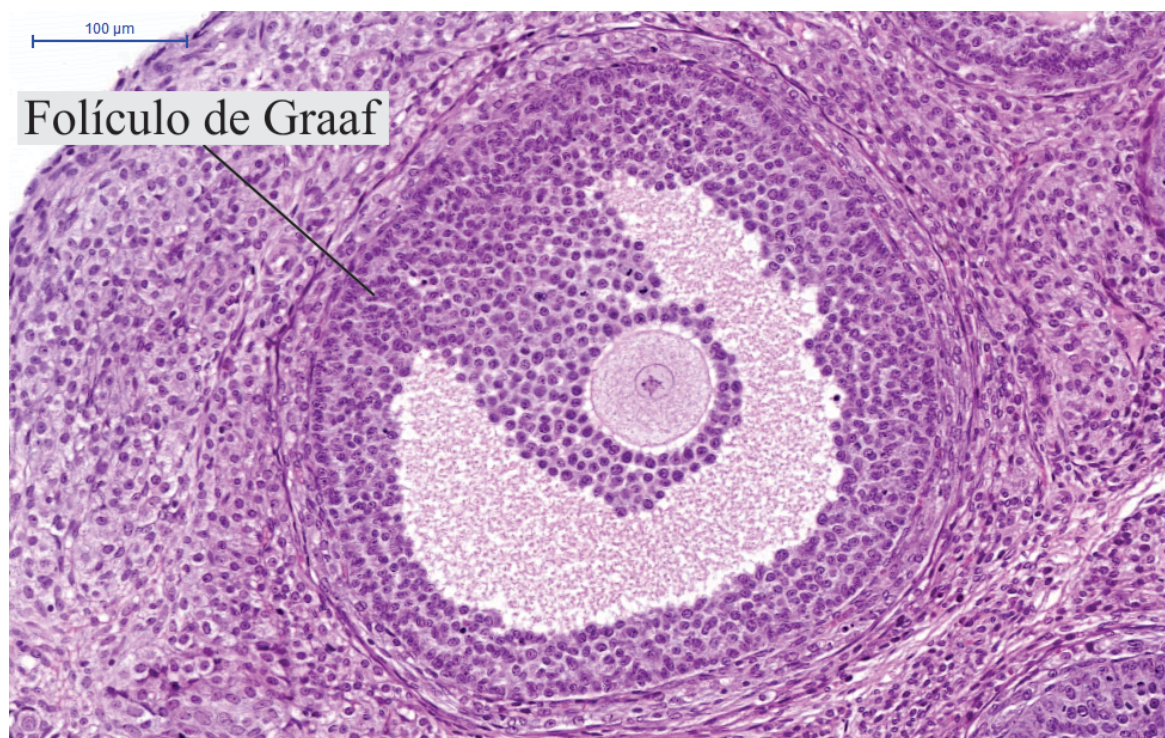


Figura 81. Corte histológico de ovário de rata (*Rattus norvegicus albinus*), evidenciando um folículo antral, em processo de maturação. Corado em HE. Aumento de 150x.

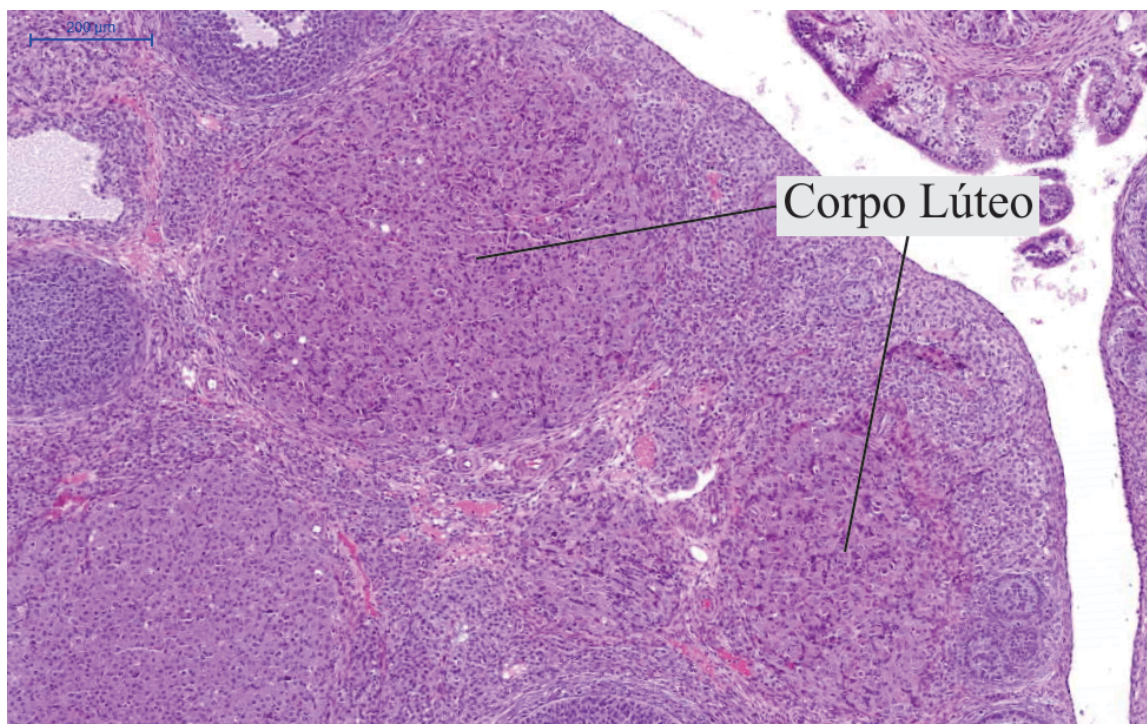
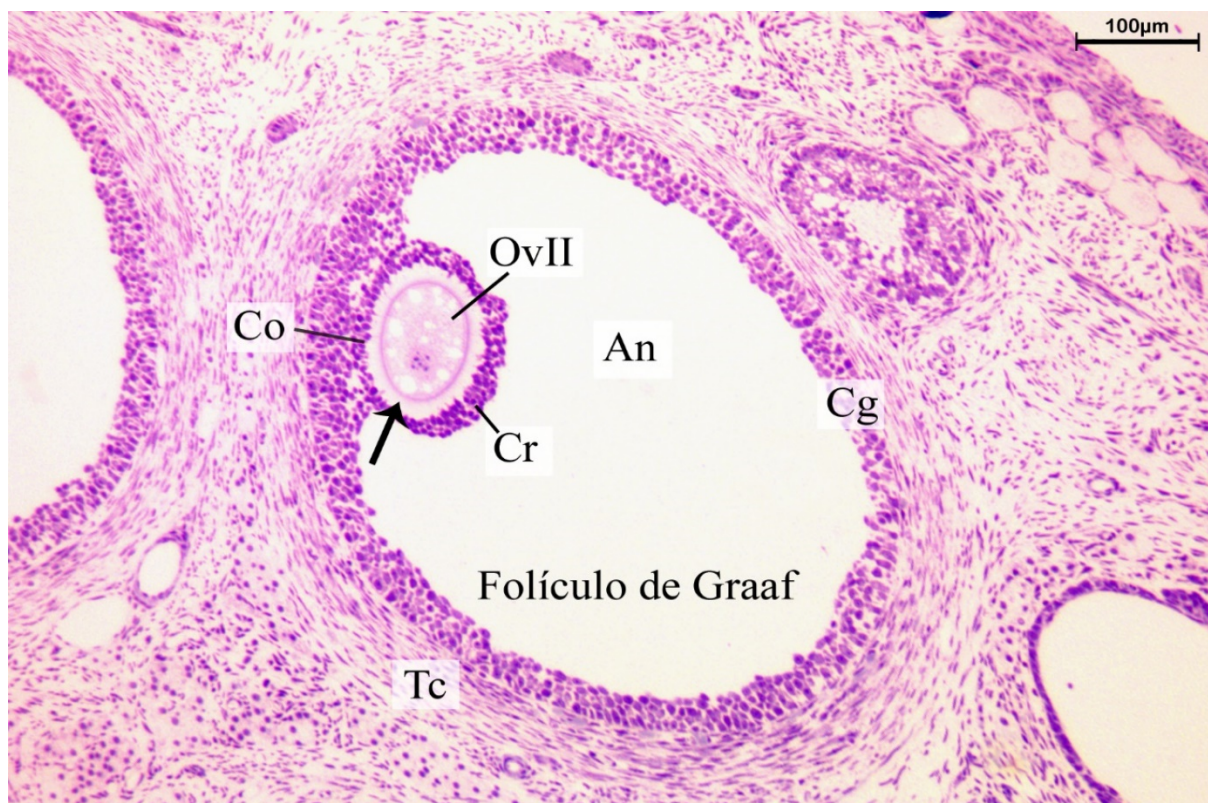


Figura 82. Corte histológico de ovário de rata (*Rattus norvegicus albinus*), evidenciando corpos lúteos. Corado em HE. Aumento de 60x.



An – Antro Folicular	Co – <i>Cumulus oophorus</i>	Cr – <i>Corona radiata</i>	Ov – Ovócito
Tc – Células da Teca	Cg – Camada Granulosa	Seta – Zona Pelúcida	

Figura 83. Corte histológico de ovário de gata (*Felis catus*), evidenciando um folículo de Graaf. Corado em HE. Aumento de 100x.

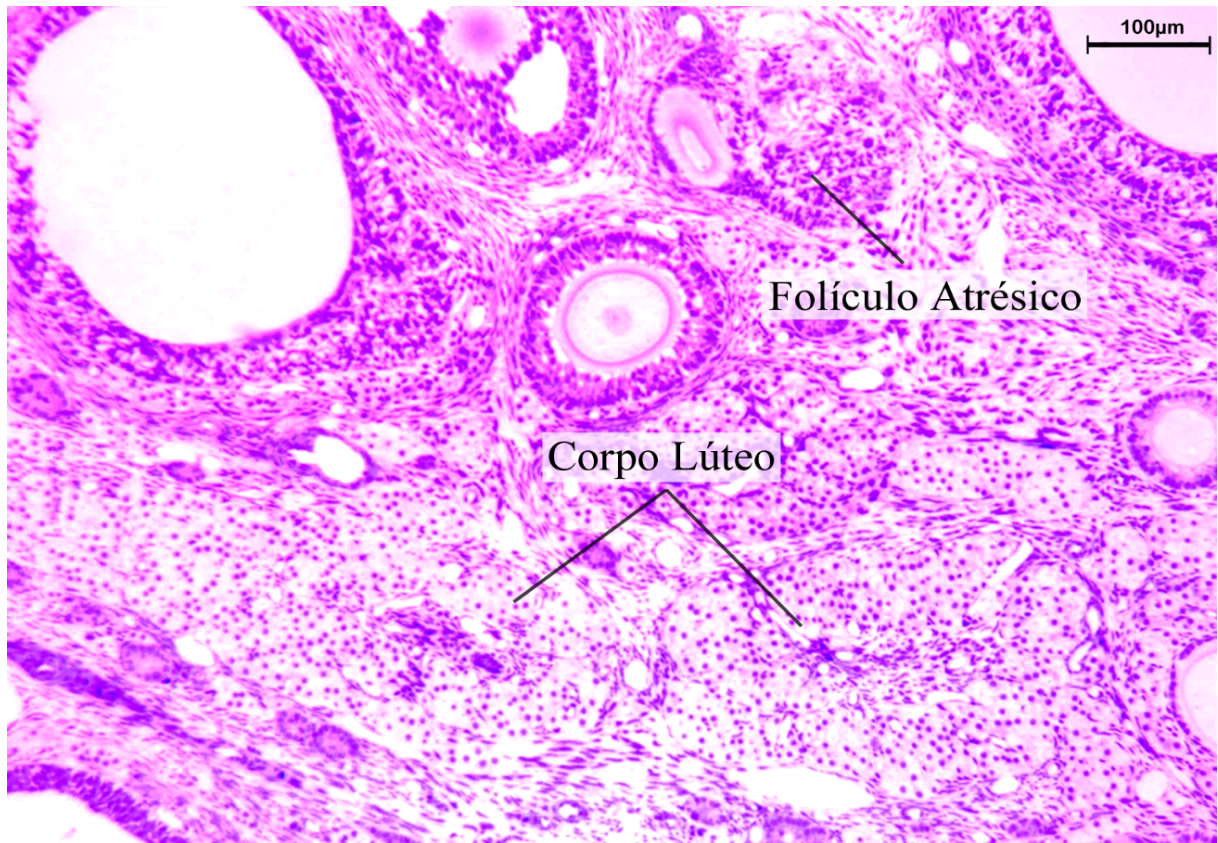


Figura 84. Corte histológico de ovário de gata (*Felis catus*), evidenciando corpo lúteo e folículo atrésico. Corado em HE. Aumento de 100x.

3. TIPOS DE OVOS E TIPOS DE CLIVAGEM

O ovo ou zigoto, nos diferentes animais, é constituído por partes distintas de material nutritivo (vitelo) e material formativo (polo animal).

O **vitelo**, substância nutritiva do ovo, provém do gameta feminino e é importante tanto para vertebrados com fecundação externa (peixes e anfíbios), quanto para aqueles que se desenvolvem no interior de ovos com casca calcárea (répteis e aves).

Os ovos são classificados de acordo com a quantidade e a distribuição de vitelo presente em seu citoplasma, implicando em diferentes padrões de **clivagem** ou **segmentação**. O vitelo inibe o processo de clivagem, portanto, quanto maior a quantidade de vitelo, menor é a velocidade do processo de segmentação.

Ovos poder ser denominados de:

1) Oligolécitos ou **Isolécitos**: por apresentar pouca quantidade de vitelo disperso homogeneamente no citoplasma da célula, apresentam segmentação holoblástica (total) igual.

2) Mesolécitos ou **Heterolécitos**: a quantidade moderada de vitelo encontra-se dispersa pelo ovo, formando regiões distintas com pouco vitelo (polo animal, contendo o núcleo) e muito vitelo (polo vegetativo). Assim, a segmentação do ovo é holoblástica (total) desigual, resultando em células filhas (blastômeros) com tamanhos diferentes (micrômeros e macrômeros).

3) Megalécitos ou **Telolécitos**: a grande quantidade de vitelo no citoplasma impede a segmentação total do ovo. Assim, a divisão celular ocorrerá somente numa região discoidal livre de vitelo, onde se localiza o núcleo, formando o polo animal. Esse tipo de segmentação é conhecido como meroblástica (parcial) discoidal.

4) Centrolécitos: O vitelo concentra-se na região central do ovo, ao redor de seu núcleo e impede a divisão citoplasmática nesta região. O núcleo, por sua vez, divide-se repetidamente, migrando para a periferia citoplasmática, que sofrerá segmentação. Assim, esse tipo de segmentação é denominado de meroblástica (parcial) superficial.



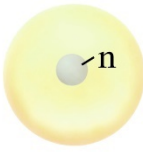
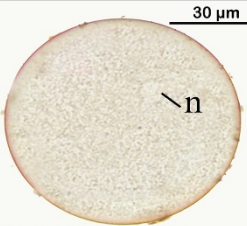
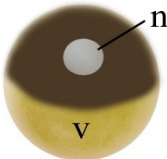
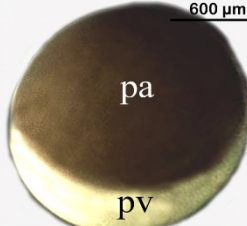
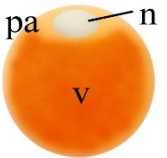
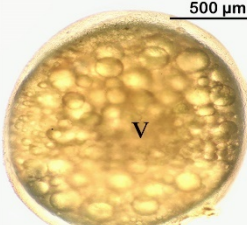
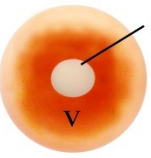
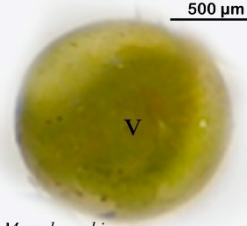
TIPO DE OVO		VITELO
<p>OLIGOLÉCITO</p> 	 <p><i>Lytechinus variegatus</i></p>	<p>Pequena quantidade de vitelo distribuída uniformemente pelo citoplasma.</p> <p>Ex: equinodermas, mamíferos</p>
<p>MESOLÉCITO</p> 	 <p><i>Rana catesbiana</i></p>	<p>Quantidade moderada de vitelo concentrada no polo vegetativo do ovo.</p> <p>Ex: anfíbios</p>
<p>TELOLÉCITO</p> 	 <p><i>Amatitlania nigrofasciata</i></p>	<p>Grande quantidade de vitelo concentrada no polo vegetativo do ovo, que ocupa quase todo o citoplasma, exceto o polo animal.</p> <p>Ex: peixes, répteis e aves</p>
<p>CENTROLÉCITO</p> 	 <p><i>Macrobranchium sp.</i></p>	<p>O vitelo ocupa especialmente a região central do ovo, exceto na região ocupada pelo núcleo e a periferia citoplasmática.</p> <p>Ex: artrópodos</p>

Figura 85. Principais tipos de ovos existentes, classificados de acordo com a quantidade e distribuição de vitelo no citoplasma. Os ovos da maioria dos mamíferos podem ser classificados como isolécito ou alécito (desprovido de vitelo). Núcleo (n), vitelo (v), polo animal (pa), polo vegetativo (pv).

4. DESENVOLVIMENTO INICIAL DO OURIÇO-DO-MAR

O ouriço-do-mar é um invertebrado marinho pertencente ao Filo *Echinodermata*, o primeiro a apresentar deuterostomia, uma característica dos Cordados.

Como visto no capítulo anterior, o ovo do ouriço-do-mar é do tipo oligolécito (pouca quantidade de vitelo), assemelhando-se aos de mamíferos. Por essa razão, sua clivagem (do tipo holoblástica total) será utilizada aqui para ilustrar, comparativamente, a clivagem que ocorre nos mamíferos.

Nessa lâmina com estágios iniciais do desenvolvimento do ouriço-do-mar, observar-se-á o zigoto e o processo de **clivagem**: sucessivas divisões celulares mitóticas sem que ocorra recuperação do citoplasma, gerando células-filhas cada vez menores que a célula-mãe. O resultado dessas clivagens é a formação dos blastômeros, com tamanhos aproximadamente iguais (clivagem total igual de ovo oligolécito), localizados nos polos animal e vegetativo. Ademais, é possível observar a blastulação e gastrulação deste animal. As fases de fertilização, clivagem e blastulação caracterizam o Período de Pré-Morfogênese, enquanto a gastrulação remete ao Período de Morfogênese Primária.

01) Zigoto ou célula-ovo: Célula única originada pela fusão dos pró-núcleos feminino e masculino, durante o processo de fecundação.

02) Estágio de 2 blastômeros: Após a primeira clivagem, observa-se dois blastômeros, os quais possuem metade do tamanho do zigoto. Ambos possuem tamanhos iguais por se tratar de uma clivagem holoblástica igual.

03) Estágio de 4 blastômeros: Após a clivagem das células do estágio anterior (segunda clivagem), observa-se um agrupado de 4 blastômeros de mesmo tamanho.

04) Estágio de 8 blastômeros: Após a terceira clivagem, é possível observar 8 blastômeros.

05) Mórula: Após sucessivas clivagens, forma-se uma estrutura que contém entre 32 e 64 blastômeros. A partir desse estágio, encontra-se dificuldade para contar o



número total de blastômeros, já que se encontram com tamanho reduzido e extremamente compactados. Devido a este fato, essa estrutura assemelha-se a uma amora.

06) Blástula: Após diversas divisões mitóticas, as células passam a se organizar de maneira diferente. Durante o processo de blastulação, ocorre um influxo de água do meio ambiente, afastando alguns blastômeros para a periferia e dando origem a uma cavidade. Os blastômeros da periferia recebem o nome de blastoderme (porção mais escura) e a cavidade repleta de líquido recebe o nome de blastocèle; a estrutura completa (blastoderme + blastocèle) denomina-se blástula.

Observação: No desenvolvimento dos mamíferos a estrutura formada durante a blastulação é denominada blastocisto. Essa estrutura é constituída pelo trofoblasto, embrioblasto e cavidade blastocística. O trofoblasto corresponde à blastoderme e dará origem à porção fetal da placenta. O embrioblasto é um aglomerado de células que se projeta na cavidade blastocística e dará origem ao embrião propriamente dito. A cavidade blastocística corresponde à blastocèle e é preenchida por líquido proveniente do útero e dos próprios blastômeros.

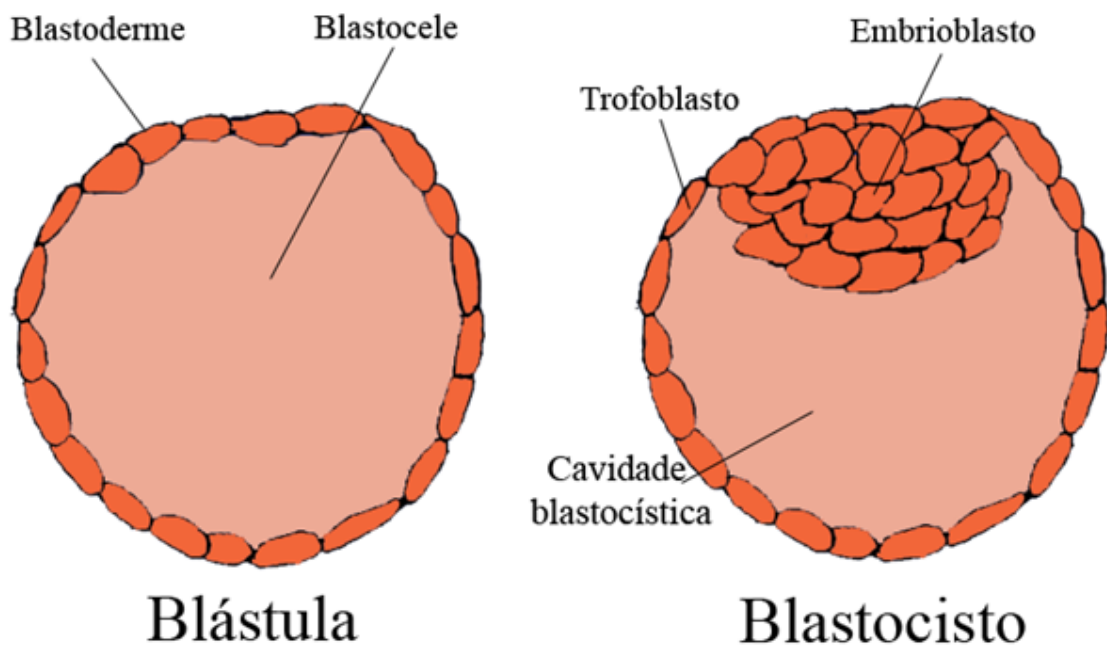


Figura 86. Comparação entre uma blástula e um blastocisto.

07) Gástrula: Durante o processo de gastrulação ocorre a invaginação (embolia) do epitélio do polo vegetativo em direção ao polo animal, formando uma estrutura

tubular na blastocele. Nos equinodermas essa estrutura corresponde ao intestino primitivo, também chamado de arquêntero, cuja parede é revestida por **endoderme**. Nesse mesmo momento dá-se a formação do blastóporo, abertura que originará o ânus, seguida da ruptura da região de contato do arquêntero - que se alongou até o **ectoderme** (folheto mais externo) do polo animal - com o estomodeu, originando a abertura da boca. O folheto mesodérmico tem origem a partir de células do polo vegetativo e células oriundas do fundo do arquêntero, as quais migram em direção à blastocele. Portanto, os principais movimentos morfogenéticos na gastrulação do ouriço-do-mar são a **invaginação ou embolia e migração celular**.

08) Larva Pluteus: A Larva Pluteus possui dois braços orais e dois braços anais que têm espículas calcárias, formadas pela ingressão de micrômeros. Ela é um organismo que já pode nadar e alimenta-se de plâncton.

Observação: Na espécie humana a gastrulação inicia-se com a formação da linha primitiva. O processo, assim como para as galinhas (que são o modelo de estudo utilizado nos próximos capítulos), dará origem aos três folhetos embrionários: endoderme, mesoderme e ectoderme. Entretanto, a formação do intestino primitivo inicia-se apenas com o dobramento do embrião.

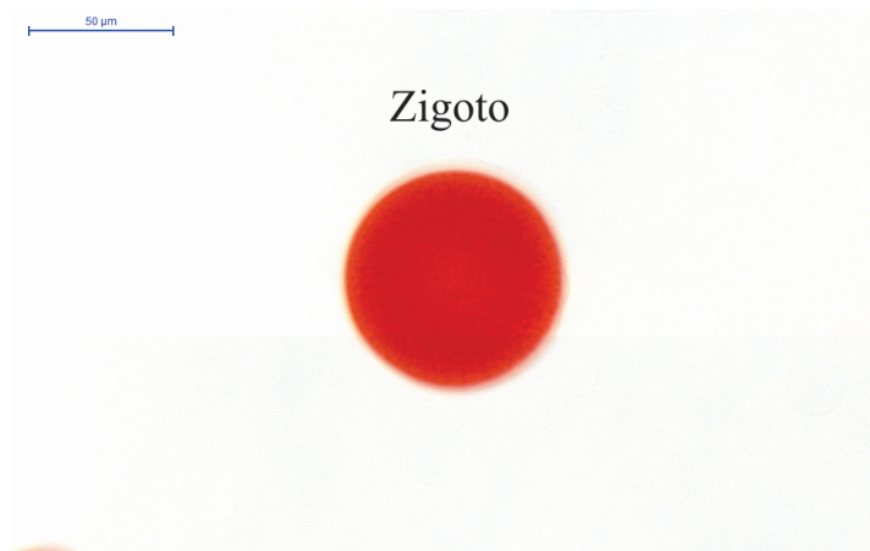


Figura 87. Lâmina de ouriço-do-mar, evidenciando um Zigoto. Corado com vermelho Congo. Aumento de 400x.

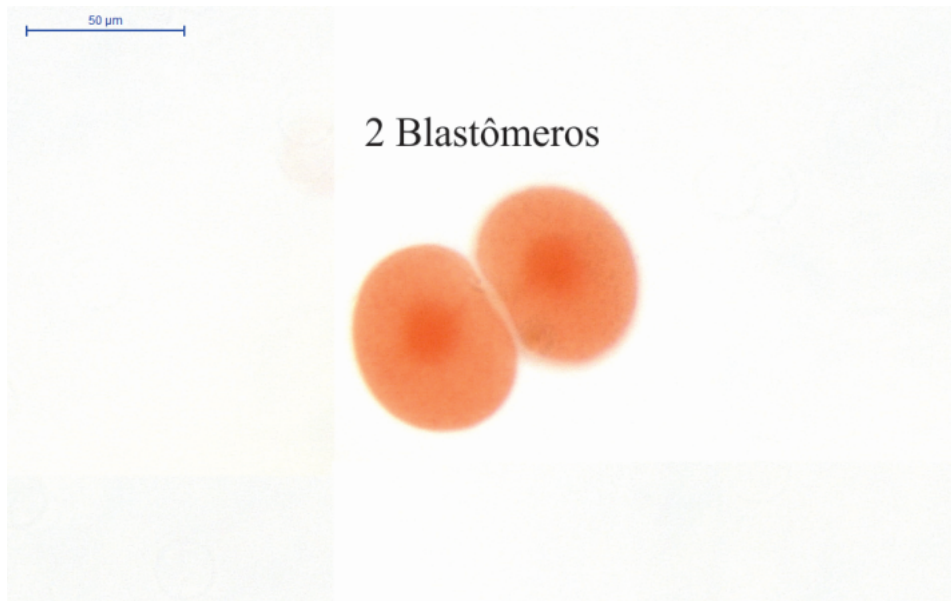


Figura 88. Lâmina de ouriço-do-mar, evidenciando dois blastômeros. Corado com vermelho Congo. Aumento de 400x.

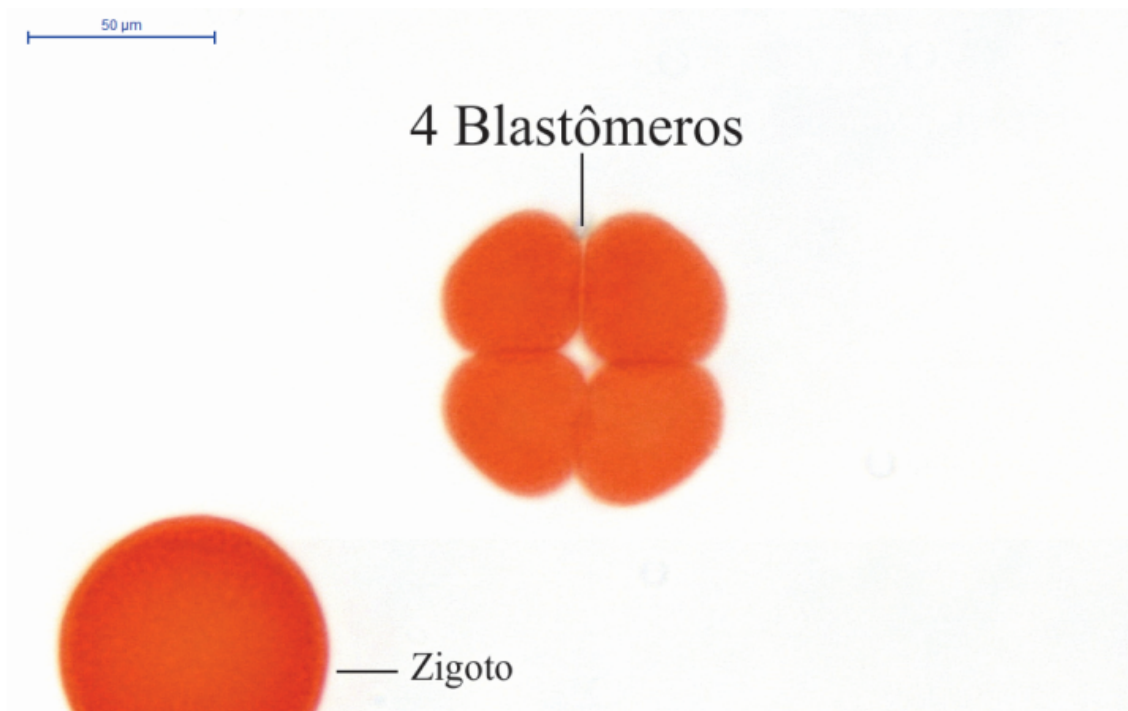


Figura 89. Lâmina de ouriço-do-mar, evidenciando quatro blastômeros e um zigoto. Corado com vermelho Congo. Aumento de 400x.

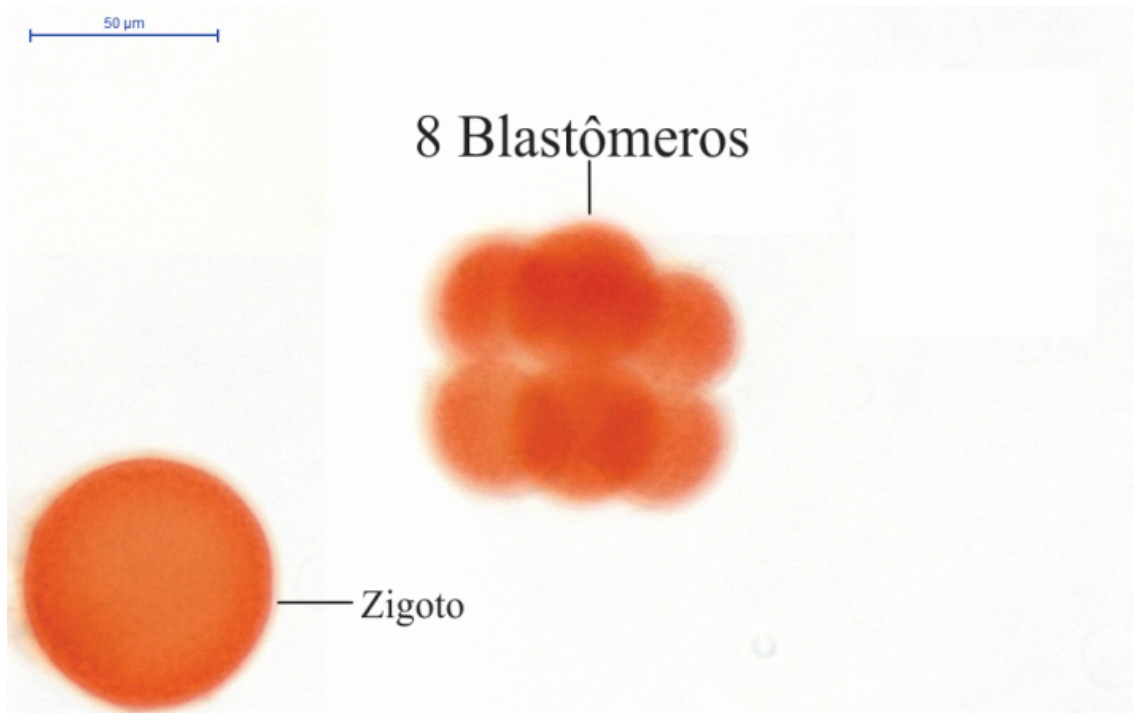


Figura 90. Lâmina de ouriço-do-mar, evidenciando oito blastômeros e um zigoto. Corado com vermelho Congo. Aumento de 400x.

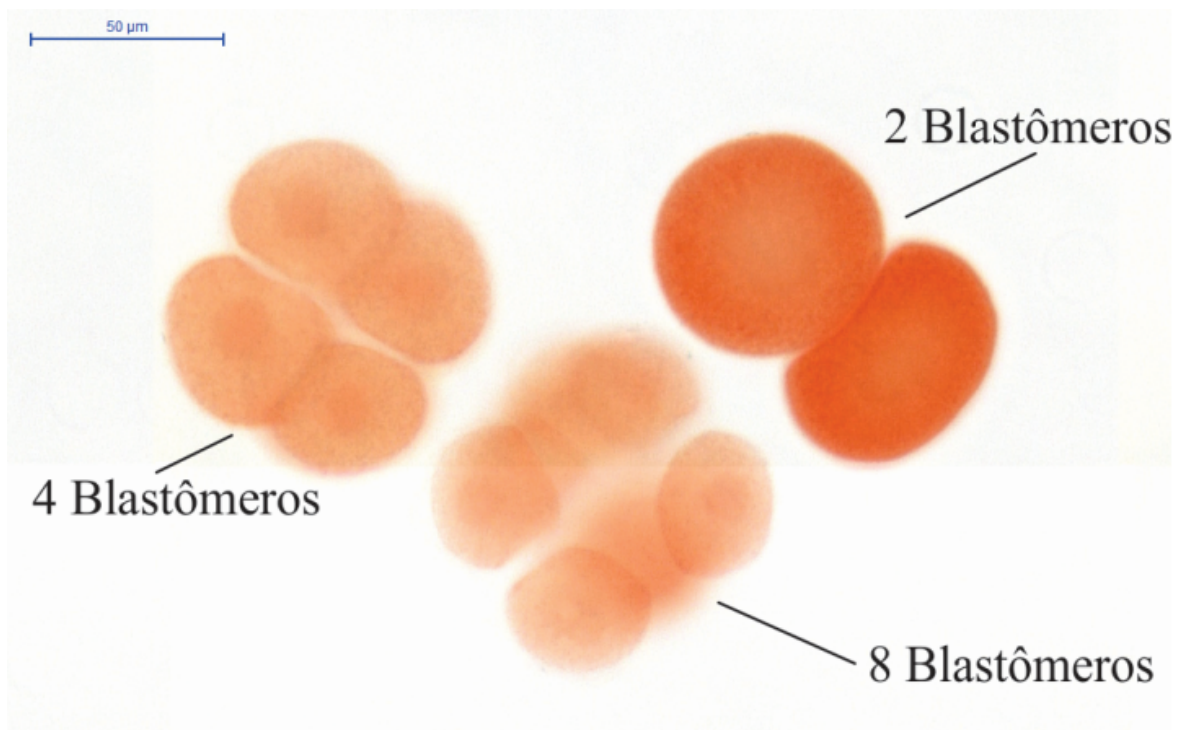


Figura 91. Lâmina de ouriço-do-mar, evidenciando dois, quatro e oito blastômeros. Corado com vermelho Congo. Aumento de 400x.



Figura 92. Lâmina de ouriço-do-mar, evidenciando uma mórula. Corado com vermelho Congo. Aumento de 400x.

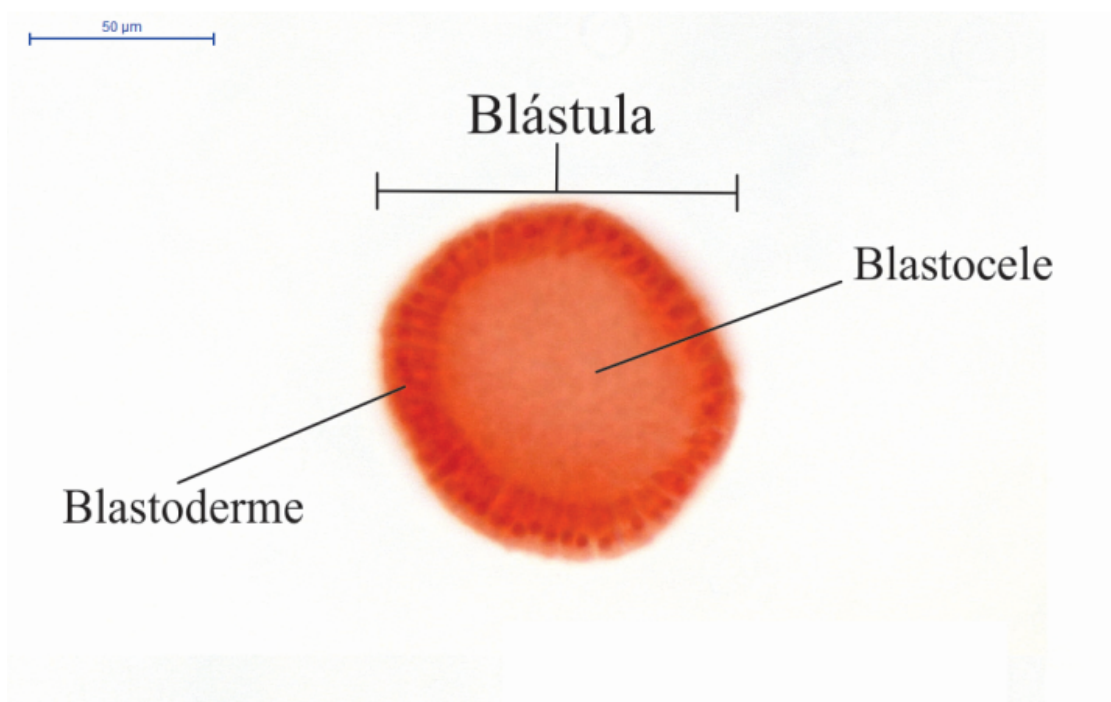


Figura 93. Lâmina de ouriço-do-mar, evidenciando uma blástula com blastocele e blastoderme. Corado com vermelho Congo. Aumento de 400x.

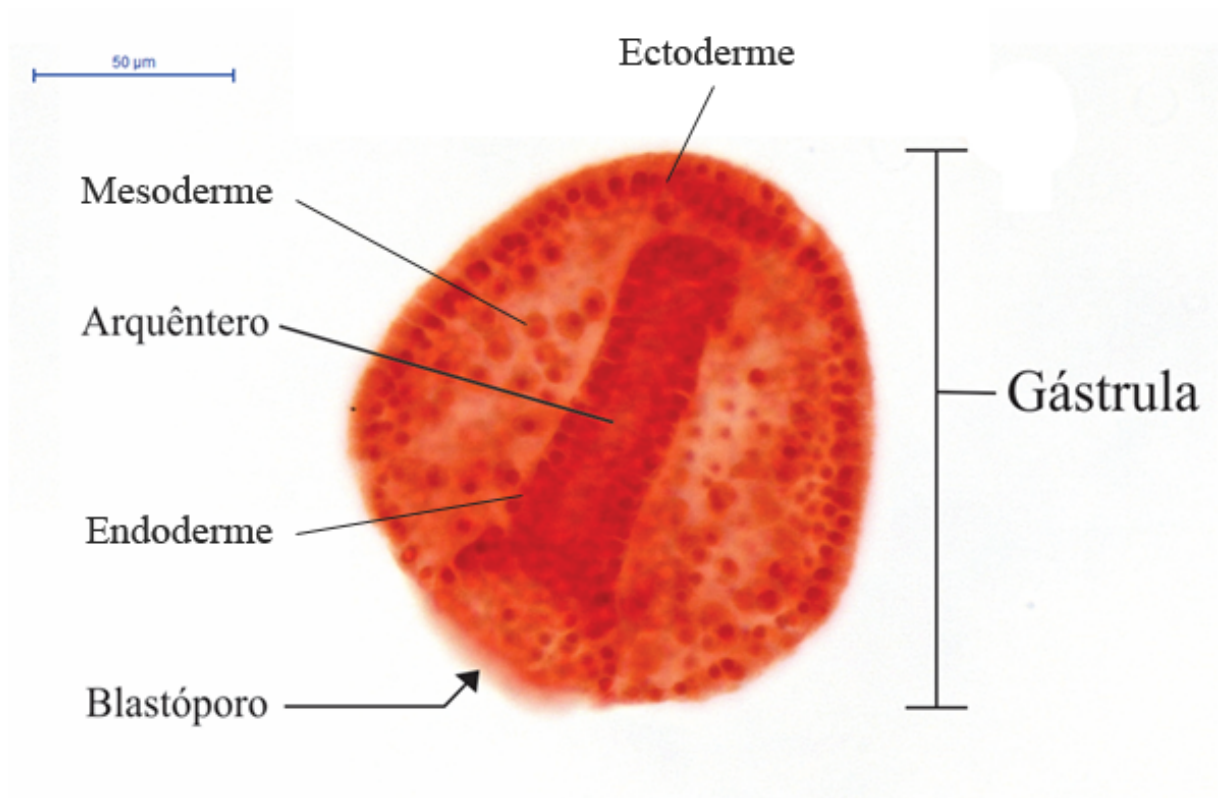


Figura 94. Lâmina de ouriço-do-mar, evidenciando uma gástrula. Corado com vermelho Congo. Aumento de 400x.

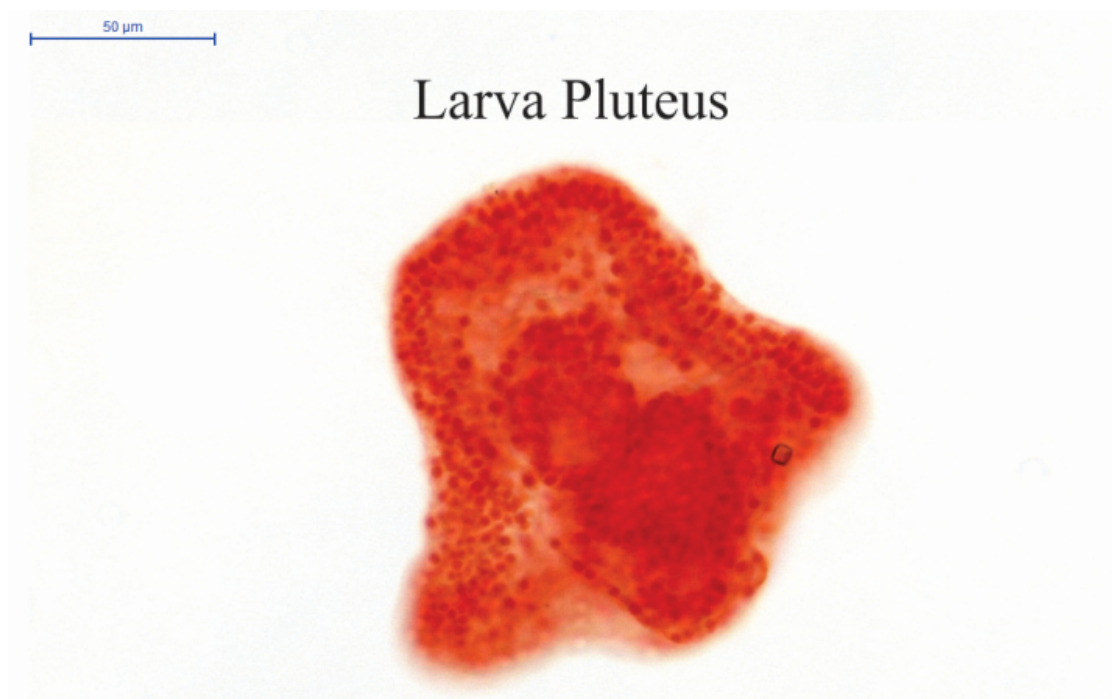


Figura 95. Lâmina de ouriço-do-mar, evidenciando uma larva Pluteus. Corado com vermelho Congo. Aumento de 400x.

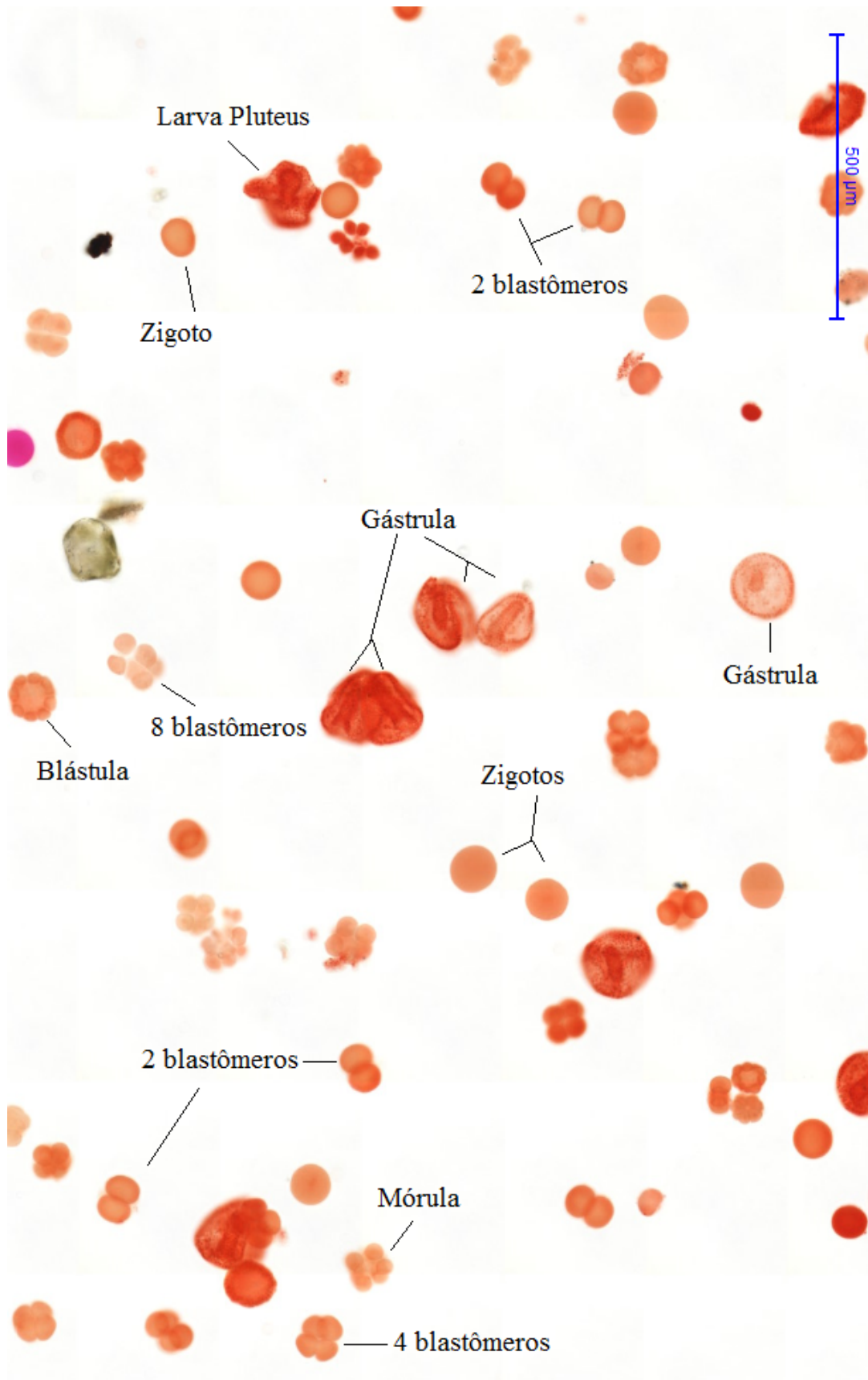


Figura 96. Lâmina de ouriço-do-mar com várias fases do desenvolvimento inicial. Corado com vermelho Congo. Aumento de 50x.

5. DESENVOLVIMENTO INICIAL DOS PEIXES

Os peixes são vertebrados de vida aquática e a maioria deles apresenta fertilização externa e desenvolvimento indireto. Enquanto os ovos são formados no ovário, uma complexa série de camadas de proteínas extracelulares é produzida, originando o córion. Apesar de ter estrutura e desenvolvimento diferentes do córion dos vertebrados Amniotas, esse envoltório externo dos peixes tem igualmente a função de proteção. Após a fertilização o ovo absorve água e ocorre a formação do espaço perivitelínico, o que faz com que o córion se separe da parede do saco vitelínico.

Os peixes ósseos (teleósteos) possuem um desenvolvimento inicial similar ao das aves por apresentarem clivagem meroblástica discoidal e, da mesma forma, a blastulação ocorre numa área restrita denominada blastodisco. O vitelo não sofre divisão celular e ocupa grande parte do ovo telolécito. Em peixes elasmobrânquios, por outro lado, o ovo é heterolécito e a clivagem é holoblástica desigual, como nos anfíbios. Neste Atlas será focado o desenvolvimento dos teleósteos, como o *Danio rerio*, conhecido popularmente como paulistinha ou zebrafish, *Cyprinus carpio* (carpa comum) e o acará *Amatitlania nigrofasciata*, um ciclídeo americano.

Independente da espécie, o desenvolvimento embrionário dos teleósteos segue o mesmo padrão, variando somente no tempo de diferenciação. Assim, espécies menores diferenciam-se mais rapidamente, enquanto espécies de grande porte desenvolvem-se mais lentamente. O desenvolvimento embrionário do zebrafish, por exemplo, é rápido e compreende o período desde a fecundação até o término do segundo dia (48h). Ainda assim, como nos demais teleósteos, os órgãos continuam a se desenvolver, ainda que em uma velocidade mais lenta do que antes. A clivagem e blastulação ocorrem até cerca de 5h após a fecundação e após esse período, tem início a formação da gástrula.

A **epibolia** do blastoderme, liderada pela camada sincicial de vitelo (formada pelo despejo de citoplasma e núcleo na célula de vitelo pelas células que a margeiam), reveste toda a massa de vitelo do ovo e inicia-se na blastulação, sendo continuada na gastrulação. Durante a gastrulação também ocorrem os movimentos morfogenéticos de involução, convergência e extensão. O embrião



propriamente dito será formado a partir da convergência de células profundas do blastoderme que migraram e formarão o escudo embrionário, no momento que cerca de 50% da epibolia está completada. O blastoderme dará origem aos três folhetos germinativos.

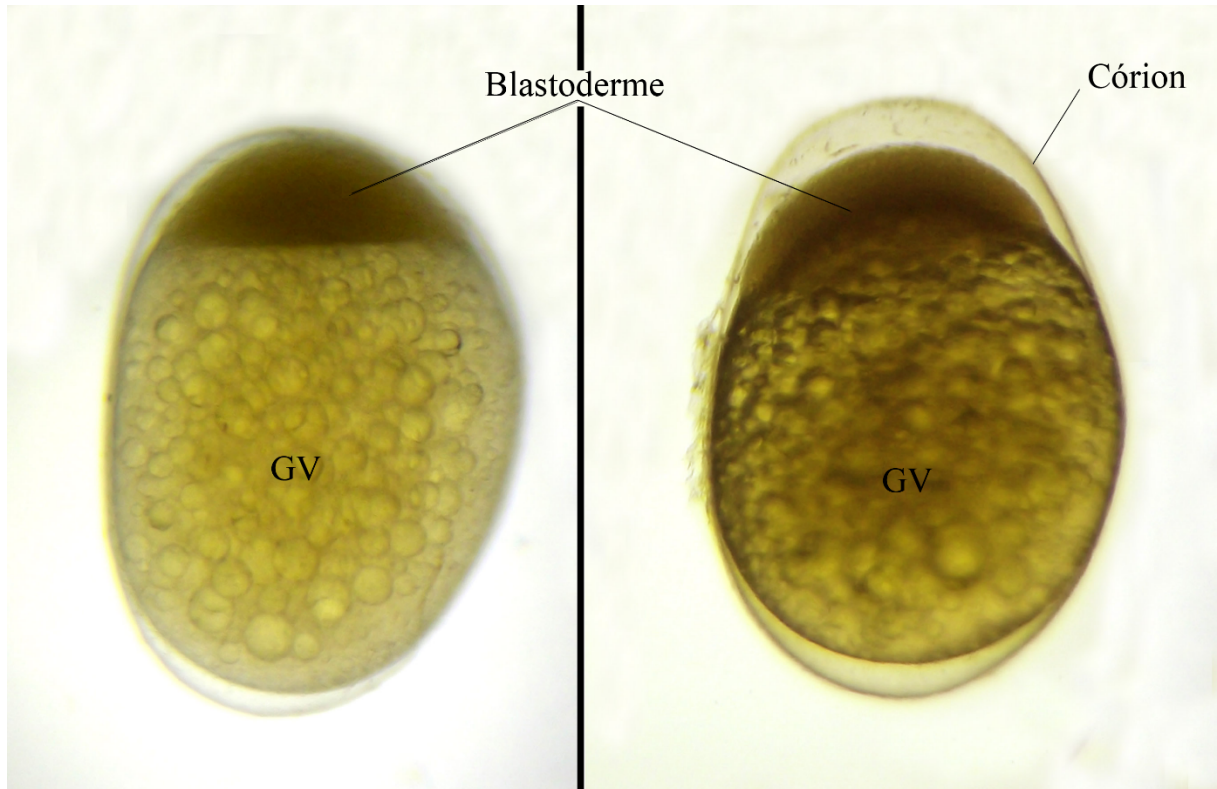


Figura 97. Ovo de *Amatitlania nigrofasciata*, evidenciando uma blástula. A região mais escurecida marca o processo de epibolia e é possível observar os grânulos de vitelo (GV).

Embora não se saiba ao certo a origem da endoderme, supõe-se que ela se forme a partir dos bordos do blastoderme ou por rearranjo de suas células profundas (endomesoderme). No primeiro caso, os bordos do blastoderme são equivalentes ao lábio dorsal do blastóporo nos anfíbios. No bordo posterior do blastoderme forma-se o escudo embrionário e é também o sítio de origem dos rudimentos dos órgãos. Dessa forma, o escudo embrionário é, também, importante para a definição dos eixos embrionários, atuando na formação da placa pré-cordal e da notocorda.

Uma diferença interessante no desenvolvimento embrionário dos peixes é a neurulação. Enquanto a maioria dos vertebrados passa por neurulação primária e secundária, os peixes têm apenas a neurulação secundária. Ela consiste no espessamento da placa neural com a formação de um cordão medular e posterior canalização, formando o tubo neural.

Com aproximadamente 16h de desenvolvimento, as vesículas encefálicas primárias de zebrafish estão passando pelo processo de diferenciação em vesículas encefálicas secundárias, a vesícula óptica está visível e ocorre o início da formação do placode ótico. Alguns somitos começam a se diferenciar em dermatomo, miótomo e esclerótomo.

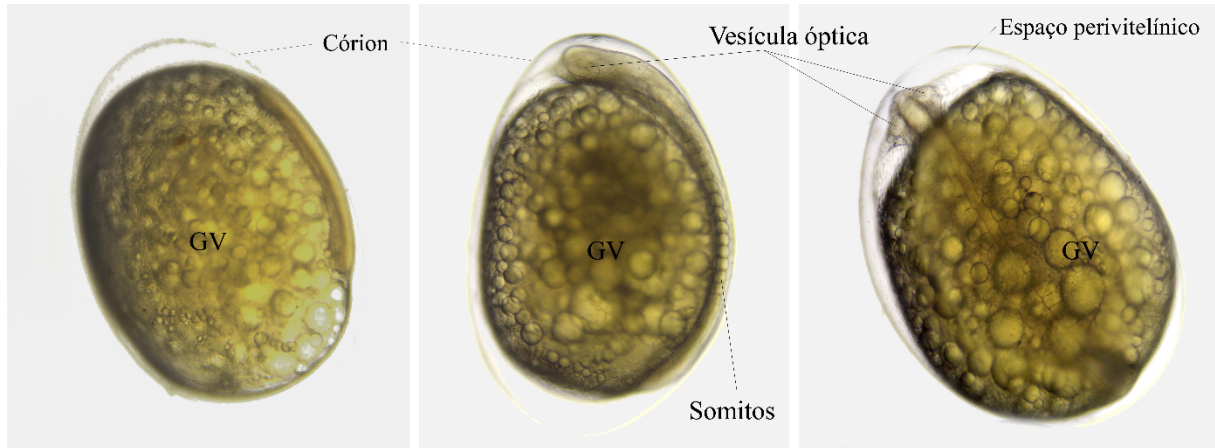


Figura 98. Ovo de *Amatitlania nigrofasciata*, evidenciando um embrião no estágio de nêurula com cerca de 24h de desenvolvimento. É possível observar os somitos, vesículas ópticas, córion, espaço perivitelinico e grânulos de vitelo (GV).

Pouco tempo depois, o placode ótico torna-se vesícula ótica e inicia-se o desenvolvimento do cerebelo. Com 22h de desenvolvimento, os rudimentos da epífise e do hipotálamo são formados no diencéfalo e o placode olfatório se desenvolve no telencéfalo.

Entre 24 e 48h de desenvolvimento, alguns autores chamam o embrião de *Danio rerio* de faríngula. Essa denominação se deve à formação dos arcos faríngeos. Nesse período também ocorre a delimitação das 5 vesículas encefálicas secundárias devido à separação do rombencéfalo em metencéfalo e mielencéfalo.

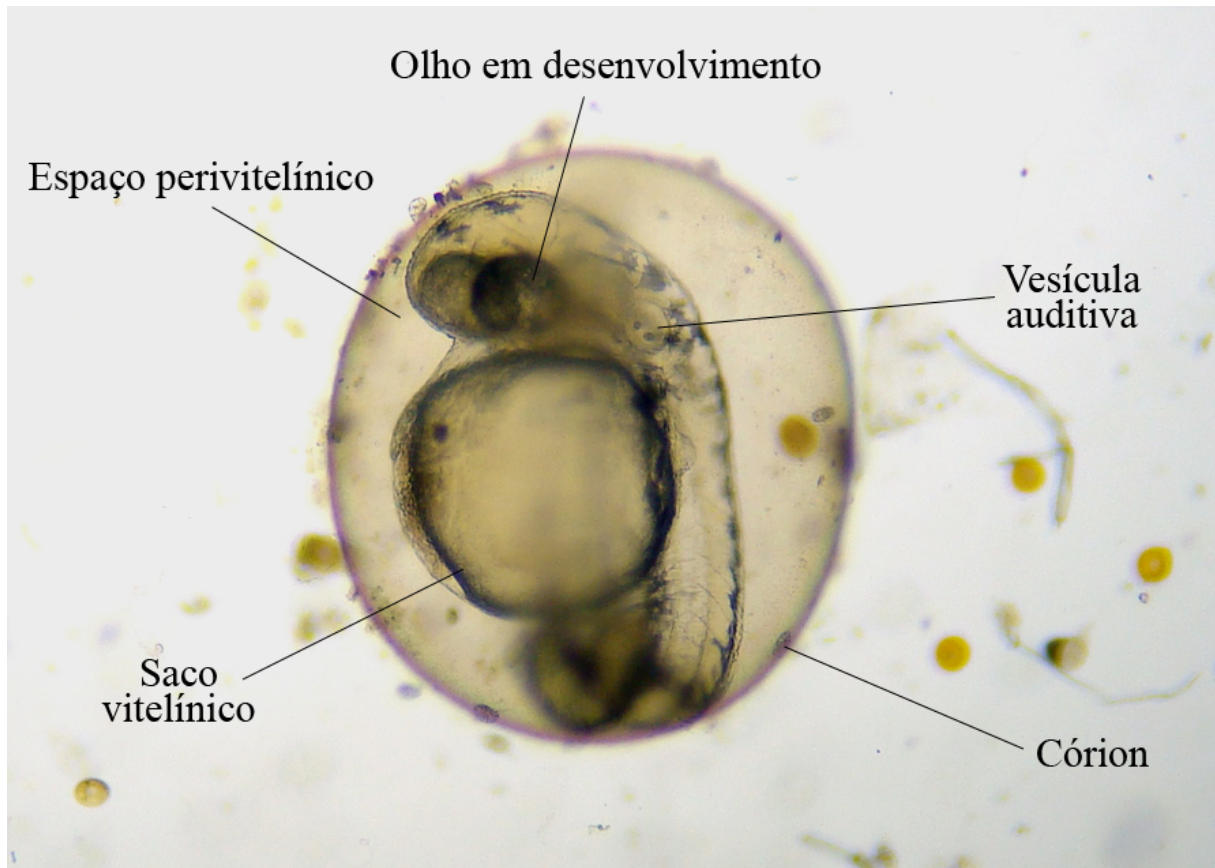


Figura 99. Ovo de *Danio rerio*, evidenciando um embrião com cerca de 24h de desenvolvimento.

O sistema circulatório desenvolve-se bastante durante o período de faríngula. O coração começa a bater e suas câmaras são delimitadas, tendo início a circulação embrionária. Os seis arcos aórticos são formados e, diferentemente dos demais vertebrados estudados neste Atlas, eles não regridem. Pelo contrário, persistem e são responsáveis pela oxigenação do sangue nas brânquias. As carótidas levam sangue à cabeça e veias cardinais anteriores drenam.

Outras estruturas que se formam no período de faríngula são: os brotos das nadadeiras, rudimento do fígado, primórdio da bexiga natatória, ductos pronéfricos. Esses últimos fazem parte dos rins pronéfricos. No entanto, ainda haverá o desenvolvimento dos rins mesonéfricos, os quais serão os definitivos.

A bexiga natatória é o órgão cheio de gás responsável por auxiliar os peixes ósseos a controlar sua profundidade dentro da água.

O embrião de zebrafish pode eclodir a qualquer momento entre o segundo e terceiro dia de desenvolvimento. Mesmo tendo eclodido, continua a se desenvolver na mesma taxa até término do quarto dia. Nesse período, ocorre a abertura da boca

e desenvolvimento completo das brânquias, bem como continua a formação dos órgãos e demais estruturas.

Neste estágio, o peixe em desenvolvimento é denominado de larva. A larva já é um organismo capaz de se movimentar e alimentar. Ainda assim, passará por algumas modificações antes de se tornar um indivíduo juvenil e posteriormente adulto.

A seguir, serão apresentados cortes seriados transversais de embriões, larvas e juvenis de *Cyprinus carpio*.

5.1. CORTES SERIADOS TRANSVERSAIS

Embrião de *Cyprinus carpio* com 67h de desenvolvimento

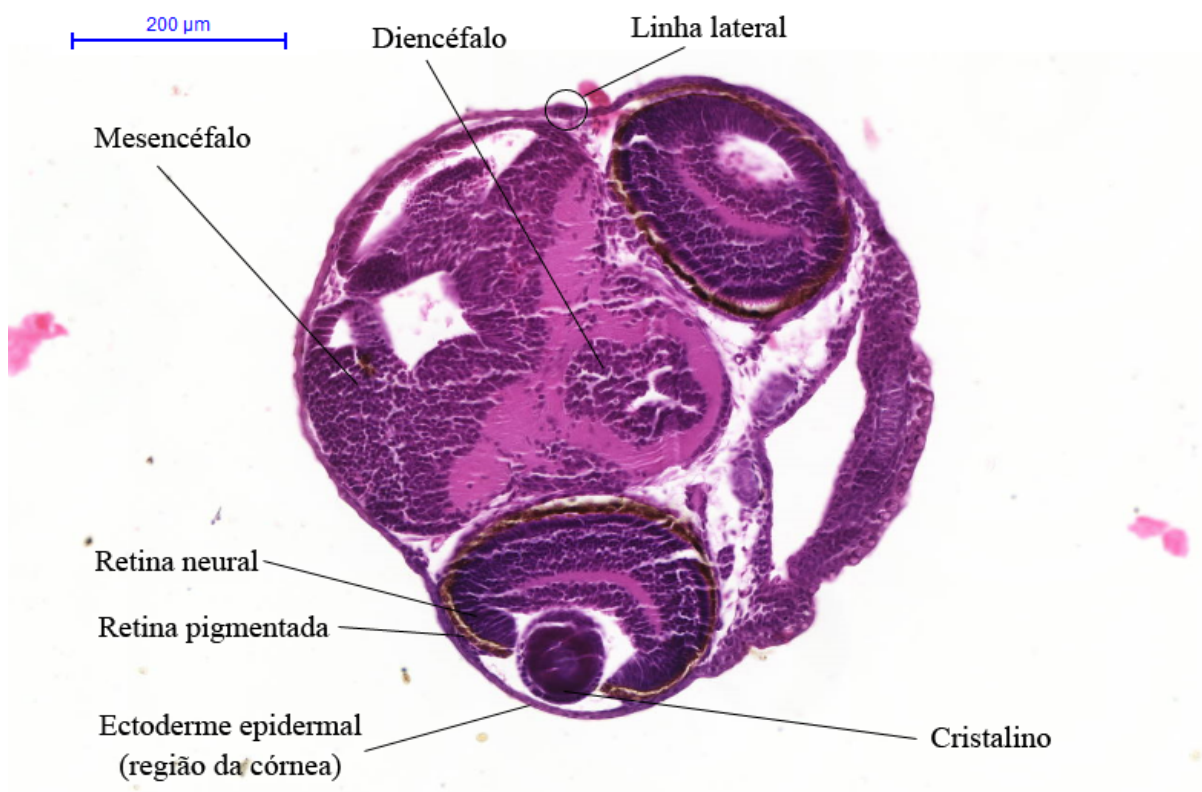


Figura 100. Corte histológico transversal de embrião de *Cyprinus carpio* com 67h de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 72,10x.

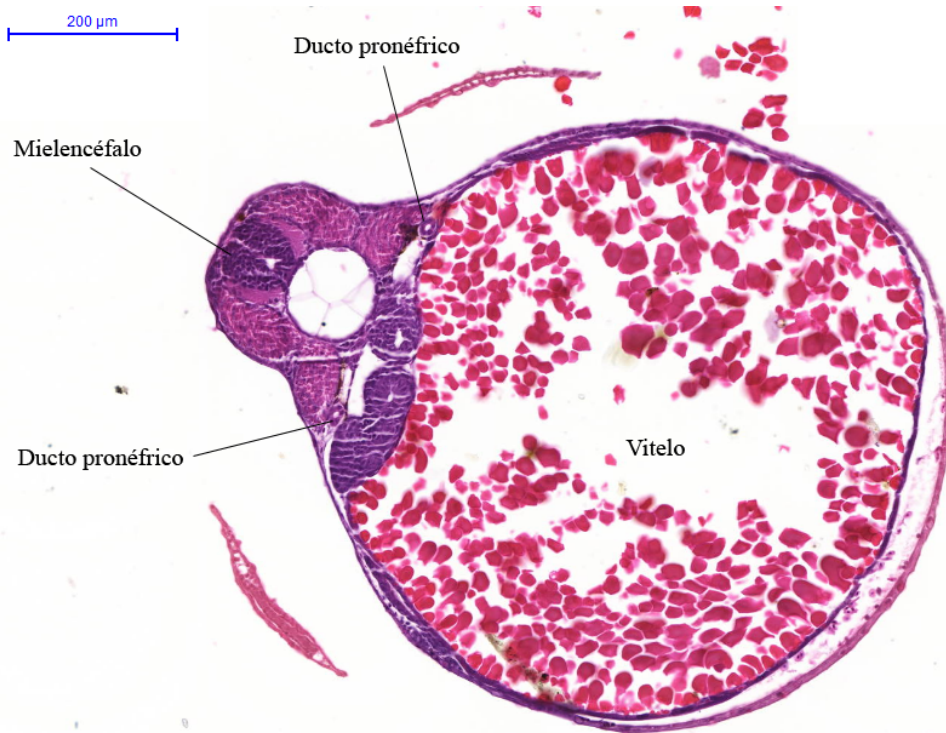


Figura 101. Corte histológico transversal de embrião de *Cyprinus carpio* com 67h de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 72,10x.

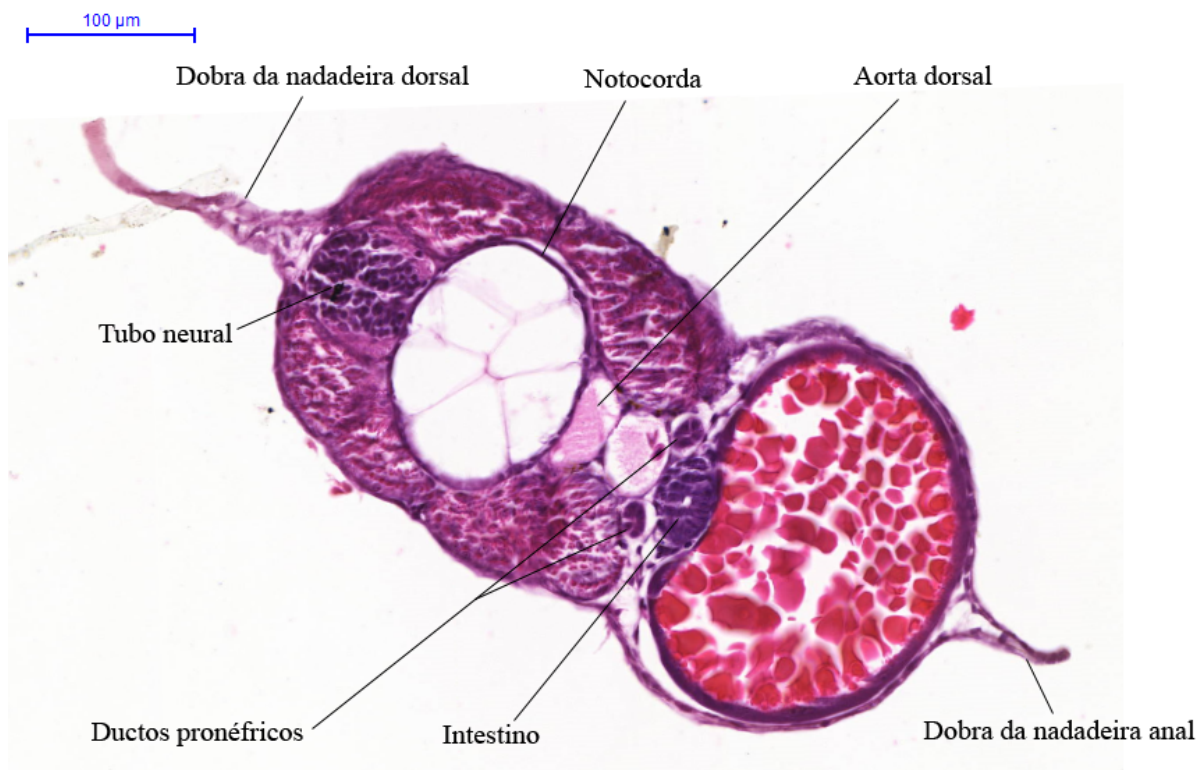


Figura 102. Corte histológico transversal de embrião de *Cyprinus carpio* com 67h de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 124,60x.

Larva de *Cyprinus carpio* com 7 dias de desenvolvimento

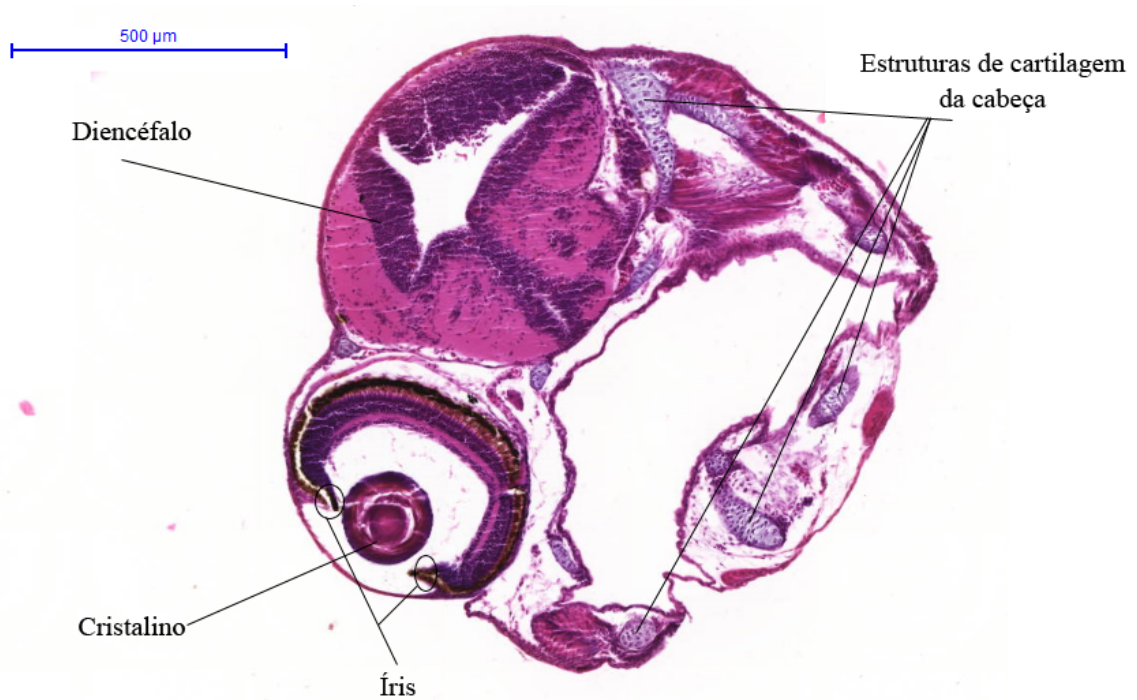


Figura 103. Corte histológico transversal de larva de *Cyprinus carpio* com 7 dias de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 41,60x.

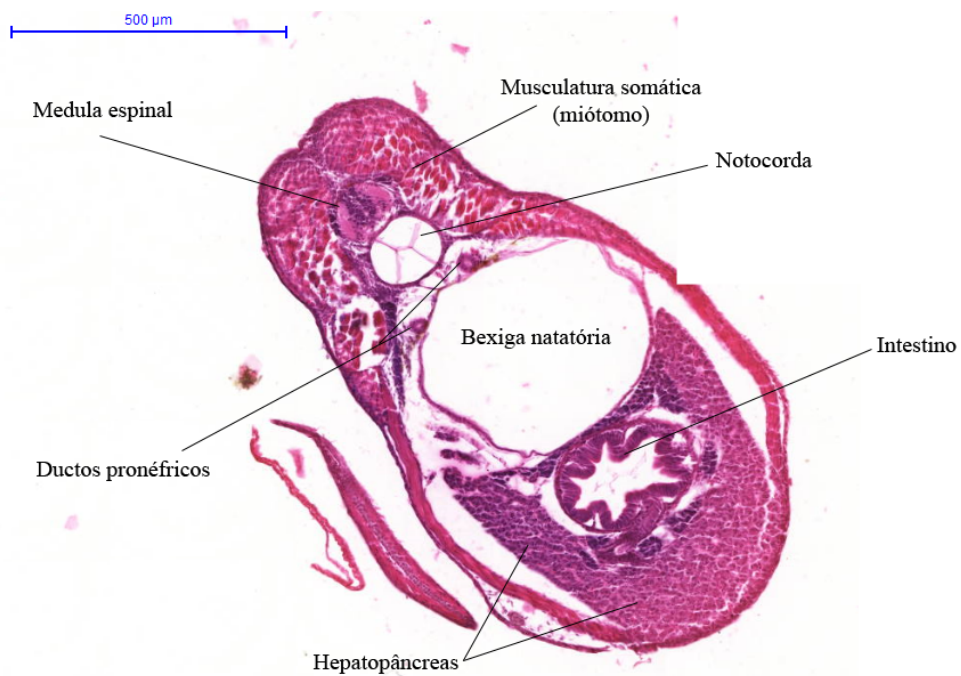


Figura 104. Corte histológico transversal de larva de *Cyprinus carpio* com 7 dias de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 49,90x.

Larva de *Cyprinus carpio* com 18 dias de desenvolvimento

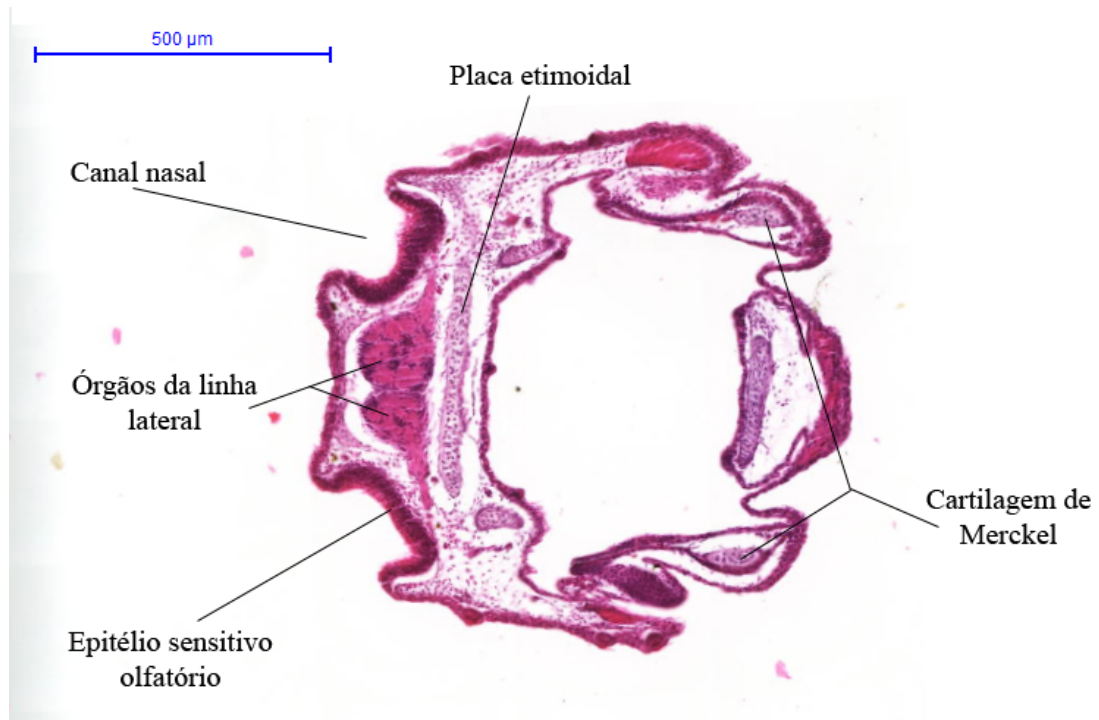


Figura 105. Corte histológico transversal de larva de *Cyprinus carpio* com 18 dias de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 41,60x.

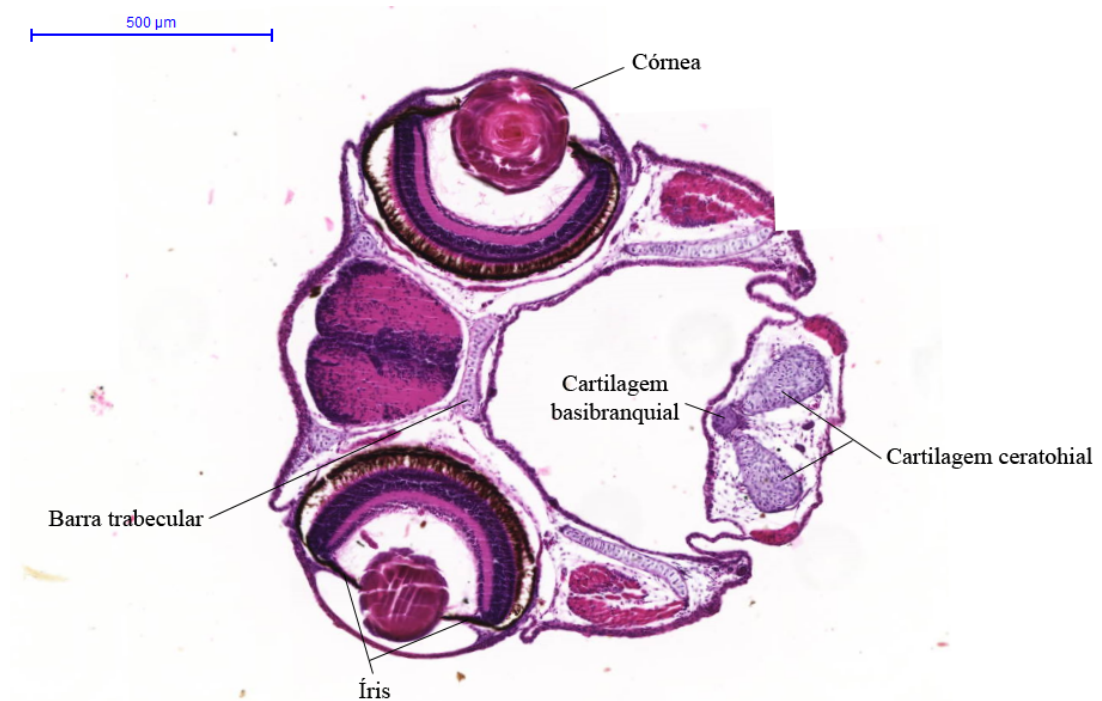


Figura 106. Corte histológico transversal de larva de *Cyprinus carpio* com 18 dias de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 41,60x.

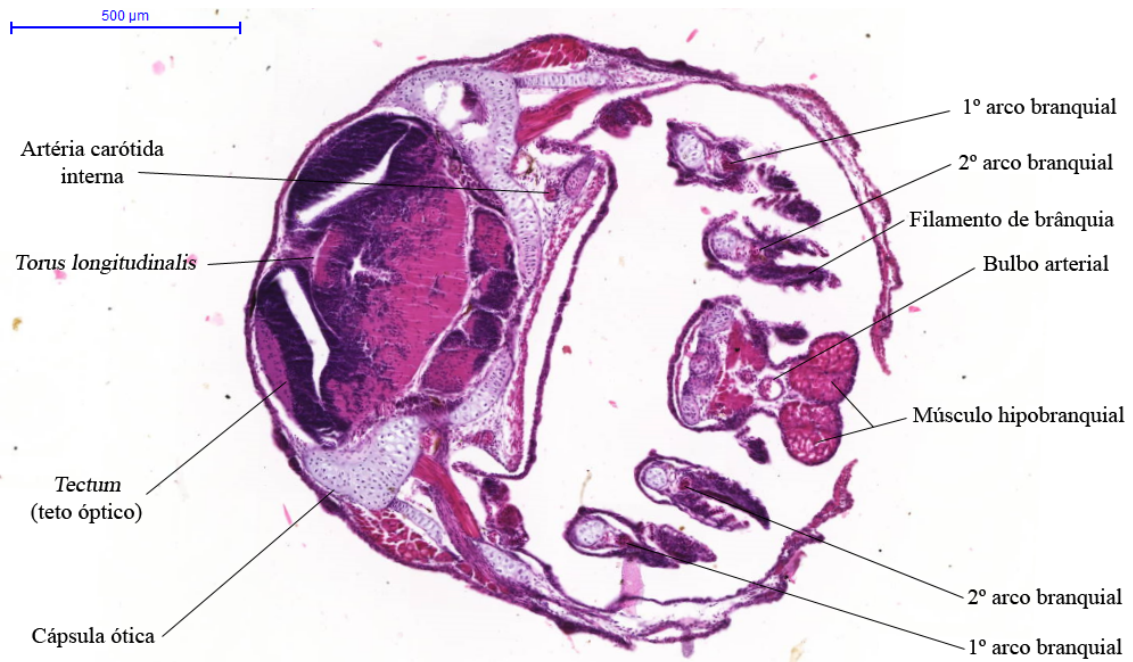


Figura 107. Corte histológico transversal de larva de *Cyprinus carpio* com 18 dias de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 41,60x.



Figura 108. Corte histológico transversal de larva de *Cyprinus carpio* com 18 dias de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 41,60x.



Figura 109. Corte histológico transversal de larva de *Cyprinus carpio* com 18 dias de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 66,4x.

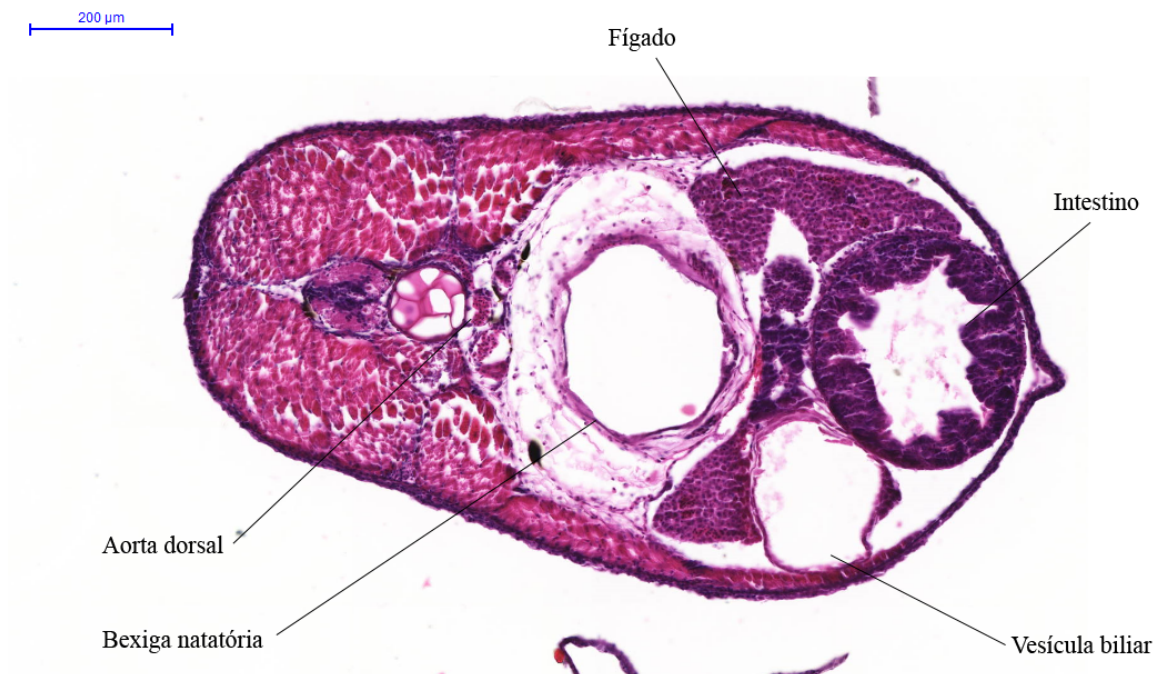


Figura 110. Corte histológico transversal de larva de *Cyprinus carpio* com 18 dias de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 66,4x.

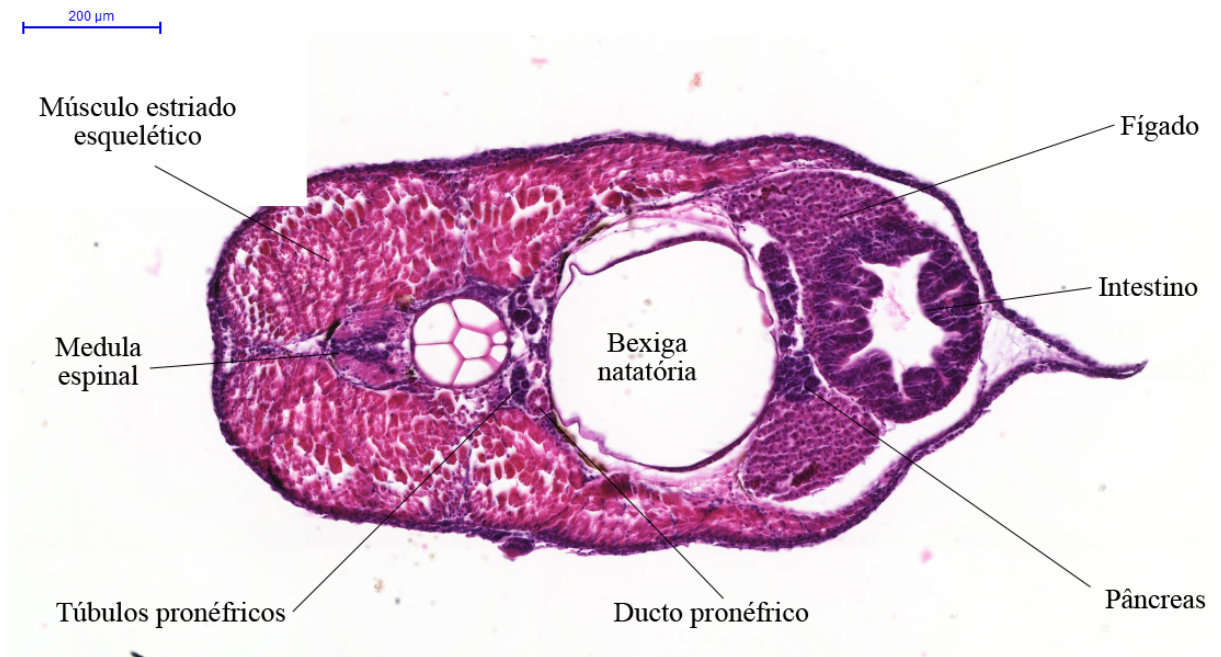


Figura 111. Corte histológico transversal de larva de *Cyprinus carpio* com 18 dias de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 65x.

Juvenil de *Cyprinus carpio* com 30 dias de desenvolvimento

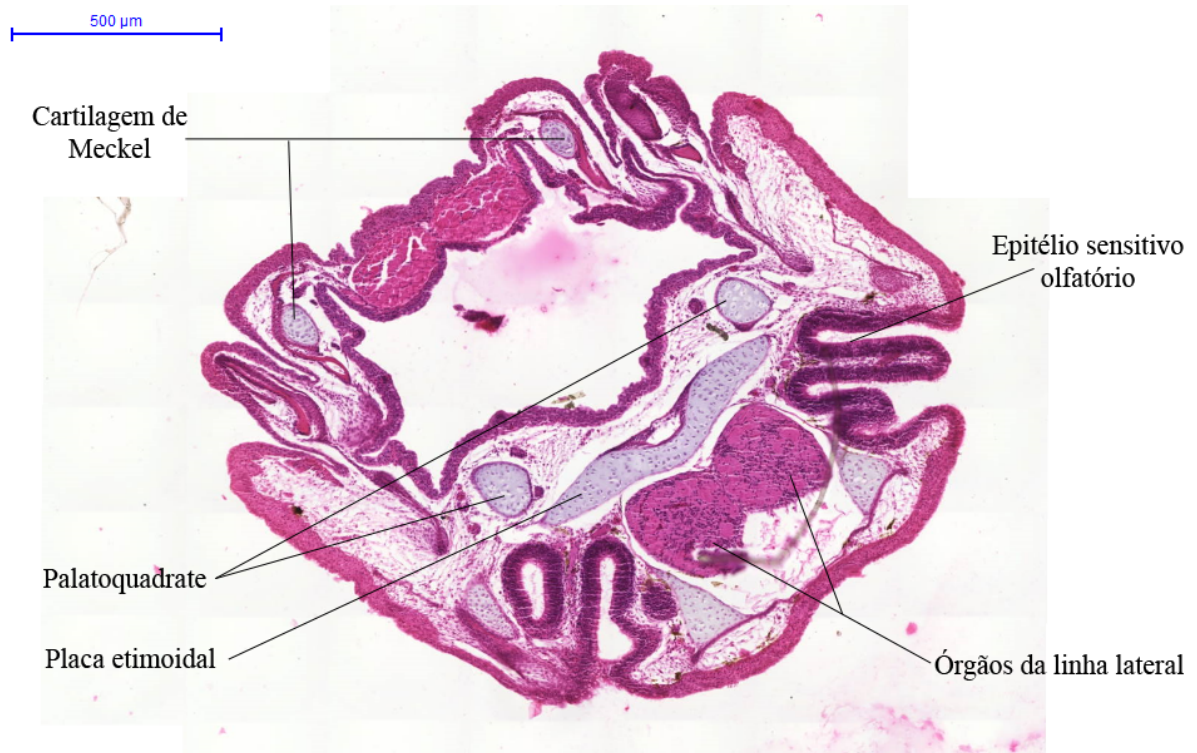


Figura 112. Corte histológico transversal de um juvenil de *Cyprinus carpio* com 30 dias de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 34,70x.

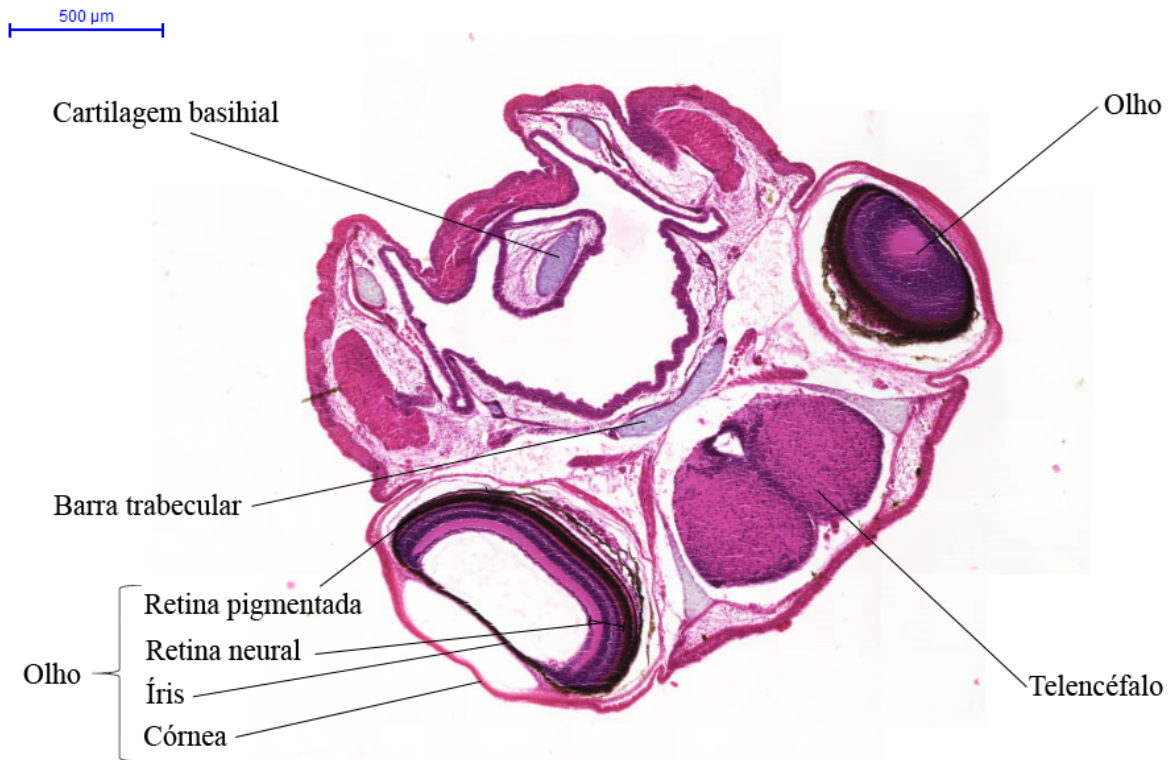


Figura 113. Corte histológico transversal de um juvenil de *Cyprinus carpio* com 30 dias de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 24,10x.

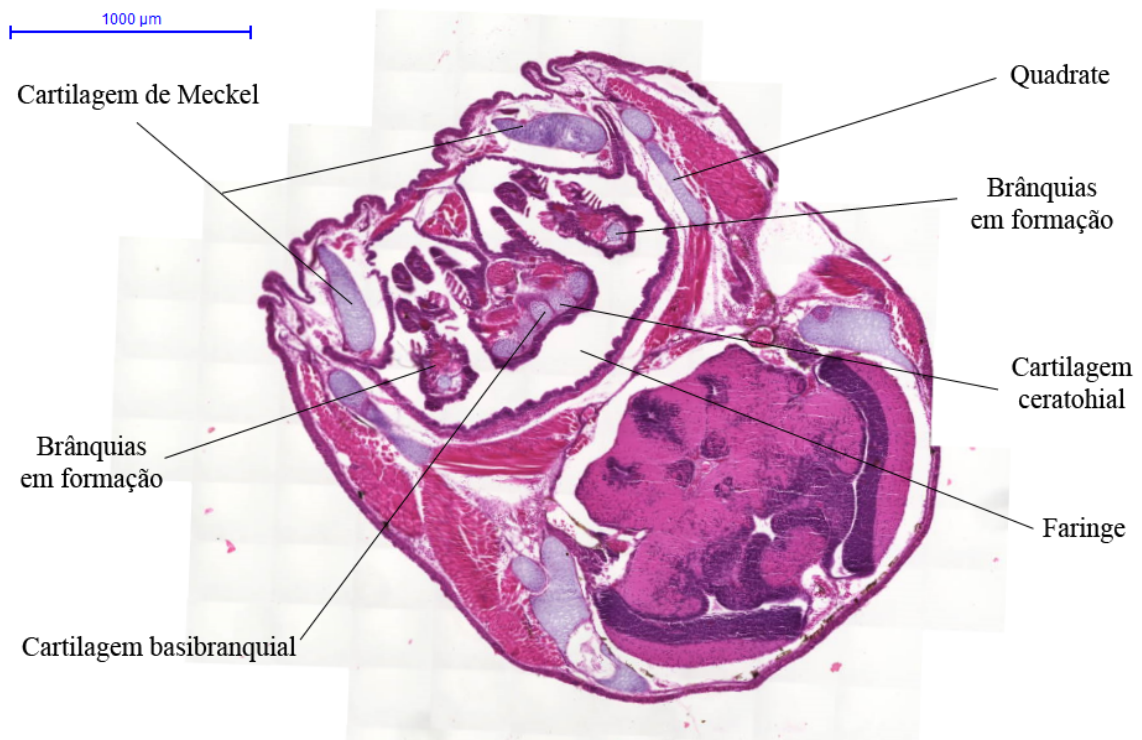


Figura 114. Corte histológico transversal de um juvenil de *Cyprinus carpio* com 30 dias de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 20,10x.

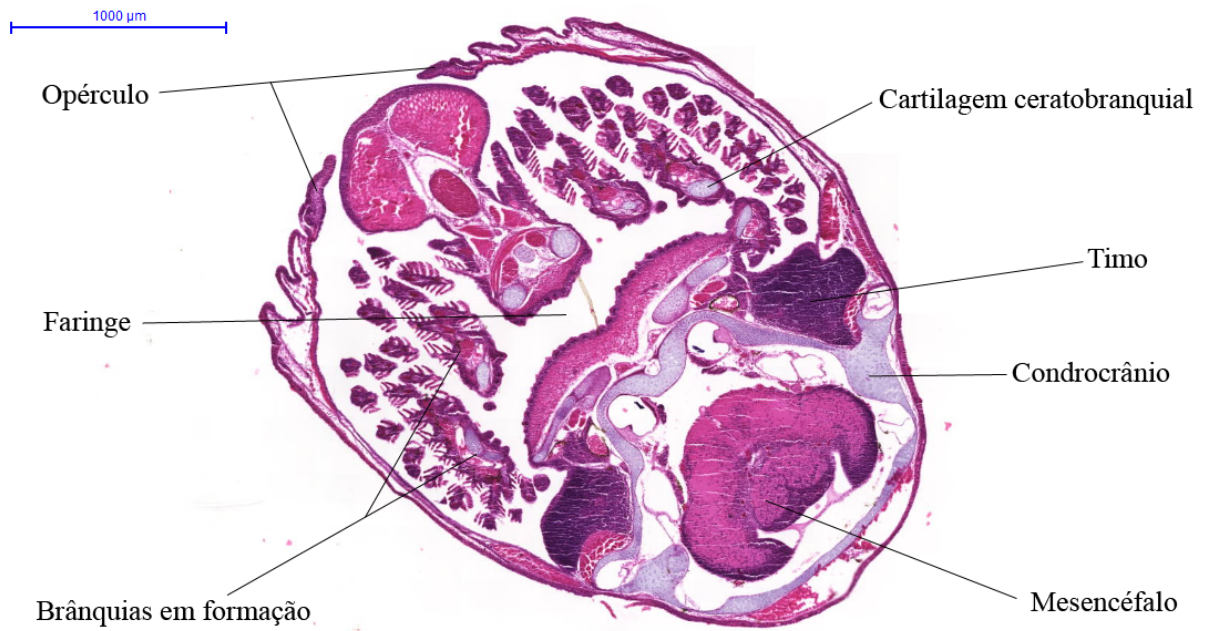


Figura 115. Corte histológico transversal de um juvenil de *Cyprinus carpio* com 30 dias de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 20x.



Figura 116. Corte histológico transversal de uma juvenil de *Cyprinus carpio* com 30 dias de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 20x.

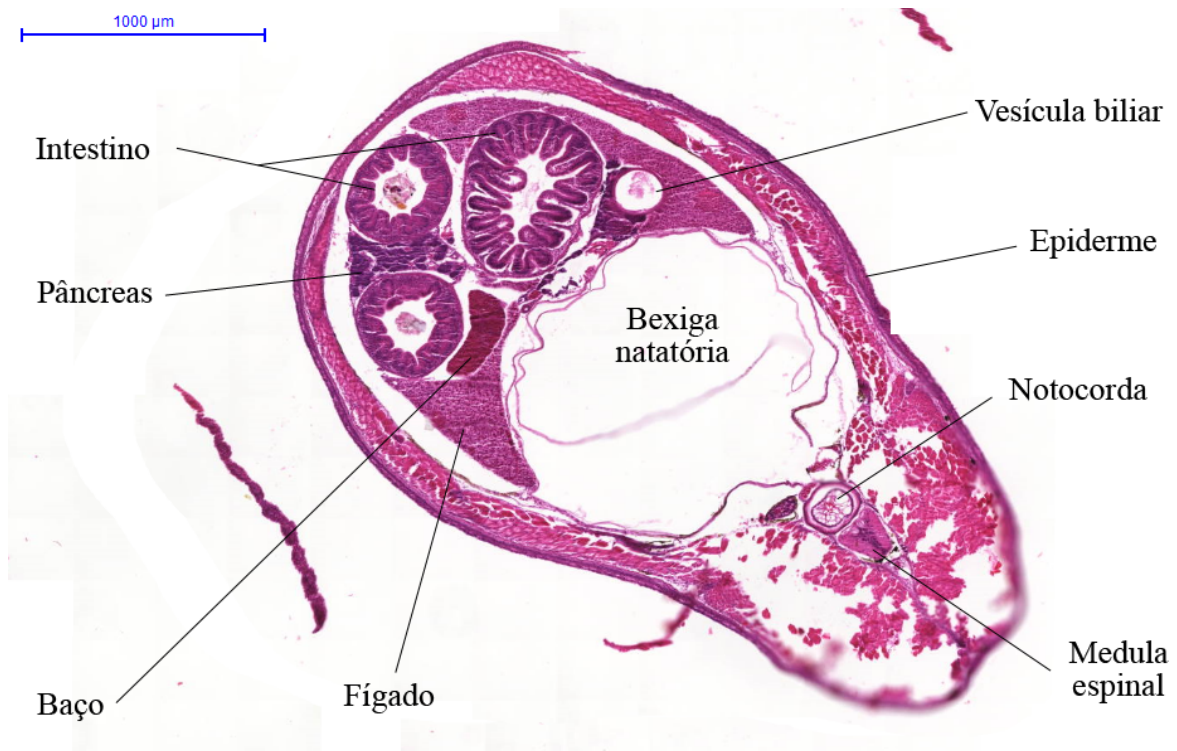


Figura 117. Corte histológico transversal de um juvenil de *Cyprinus carpio* com 30 dias de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 20x.

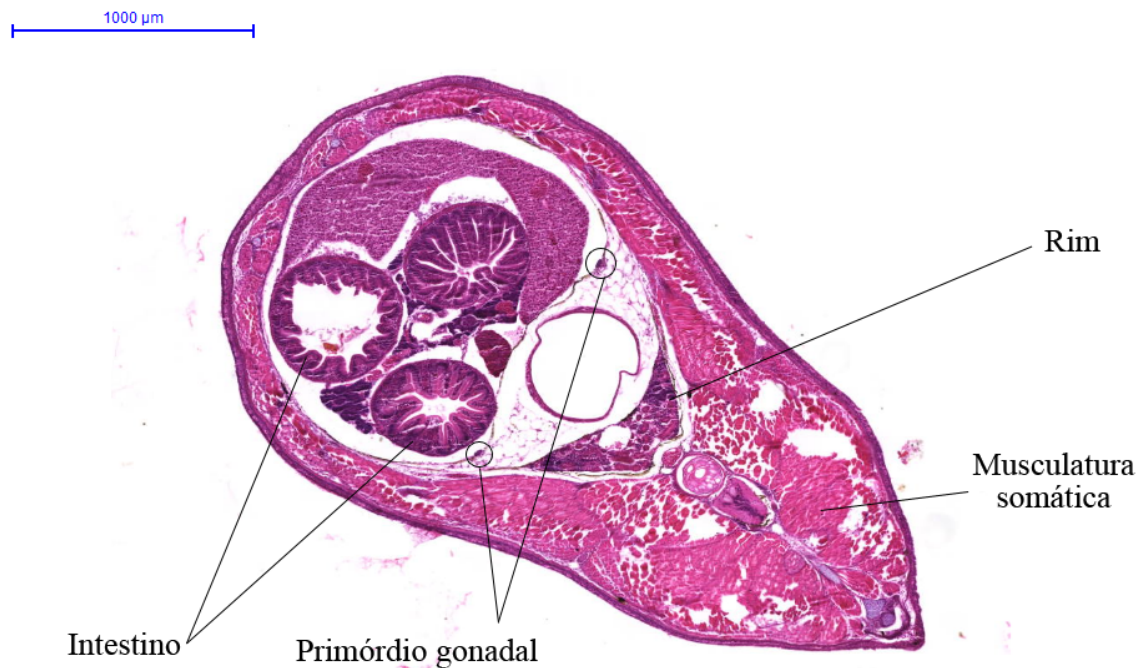


Figura 118. Corte histológico transversal de um juvenil de *Cyprinus carpio* com 30 dias de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 20x.

6. EMBRIÃO DE GALINHA COM 18h DE INCUBAÇÃO

No desenvolvimento inicial do embrião de galinha, que desenvolve um ovo megalécito ou telolécito completo, diferentemente do embrião de ouriço-do-mar, a clivagem é **meroblástica (parcial) discoidal**: ocorre apenas no blastodisco e o vitelo não cliva.

A mórula deste embrião é de curta duração e bem diferente da mostrada no desenvolvimento do ouriço-do-mar: não apresenta a aparência característica de amora, mas sim, mostra-se como uma massa discoidal de células – chamada de **blastoderme** - aderida ao grande vitelo. Assim como a mórula, a blástula das aves terá aparência achatada sobre o vitelo, com uma luz – **blastocèle** – extremamente reduzida.

Com a formação da blástula, o blastodisco pode ser subdividido em **área pelúcida**, mais central e translúcida, e **área opaca**, periférica e opaca devido à aderência de partículas do vitelo. A primeira origina tanto o **epiblasto** quanto o **hipoblasto** e caracteriza o **disco bilaminar**. Nesse estágio, ocorre a postura do ovo e é necessário submetê-lo à incubação para o estudo do desenvolvimento embrionário. A análise dos embriões de galinha neste Atlas baseia-se na observação de lâminas histológicas, sendo que a descrição do desenvolvimento embrionário se iniciará pelo embrião com 18h de incubação, que ilustra o processo de gastrulação, responsável, dentre outras coisas, pelo estabelecimento dos três folhetos embrionários. Durante a gastrulação o animal em desenvolvimento apresenta mudanças importantes quanto à forma e tamanho e passa a ser denominado embrião. Por isso, em etapas anteriores ele pode ser chamado de pré-embrião. Esse processo é, em linhas gerais, semelhante nos Amniotas.

6.1. MONTAGEM TOTAL

Em primeiro plano observa-se que a estrutura é piriforme. No centro encontra-se a linha primitiva, o blastóporo das aves, formada pela proliferação e migração celular de células epiblasticas em direção ao plano mediano caudal do disco embrionário bilaminar. Ao longo da linha primitiva ocorre a invaginação das células do



epiblasto pelo sulco primitivo e bordas primitivas. Na extremidade anterior da linha primitiva forma-se o nó primitivo ou nó de Hensen, cujo sulco denomina-se fosseta primitiva. O nó primitivo, região por onde as células migrarão para originar o processo notocordal, equivale ao lábio dorsal do blastóporo de anfíbios. A linha primitiva define o eixo embrionário, sendo possível a identificação das regiões cranial, caudal, dorsal, ventral, e os lados direito e esquerdo do **embrião**.

A linha primitiva é importante para a migração celular que dará origem aos três folhetos germinativos a partir do epiblasto: **endoderme**, **mesoderme** e **ectoderme**, constituindo o **embrião trilaminar**.

01) Área pelúcida: É a região do disco embrionário que corresponde ao embrião propriamente dito, localizada sobre a blastocele, cavidade cheia de líquido. É piriforme, mais clara e central na imagem.

02) Área opaca: Região periférica à área pelúcida que tem esse nome devido à opacidade causada por reter partículas de vitelo, além de ilhotas sanguíneas.

03) Membrana bucofaríngea: Observa-se na porção cranial do embrião uma região que possui apenas ectoderme e endoderme fortemente aderidas. Esse local é onde está a membrana bucofaríngea, que irá se romper com o desenvolvimento do embrião para permitir a comunicação da cavidade oral com a faringe. A endoderme da membrana bucofaríngea tem origem a partir de células hipoblásticas cilíndricas, que formam uma área circular espessada, a **placa pré-cordal**, que é um importante organizador da cabeça.

04) Linha primitiva: Formada por sulco e bordas primitivas.

05) Sulco primitivo: Depressão da linha primitiva, com aspecto de uma linha clara, por onde migram células do epiblasto para, inicialmente, substituir o hipoblasto, formando a endoderme intraembrionária, e células que formarão o folheto intermediário, o mesoderme. As células epiblásticas remanescentes constituem o ectoderme.

06) Bordas Primitivas: Linhas paralelas, mais coradas, laterais ao sulco primitivo.

07) Nó primitivo/de Hensen: Aglomeração de células na região anterior da linha primitiva.

08) Fosseta primitiva: Depressão do nó primitivo, nem sempre evidente, por onde migram inicialmente as células que formarão a placa pré-cordal e também as células do processo notocordal ou cefálico.

09) Processo notocordal ou cefálico: O processo notocordal se forma pela migração de células pelo nó primitivo em direção cefálica, tendo como limite a placa pré-cordal. O processo notocordal dará origem, futuramente, à notocorda, uma estrutura tubular.

Nh: Nó de Hensen
Pn: Processo notocordal
Fp: Fosseta Primitiva
Ap: Área Pelúcida
Mb: Membrana bucofaríngea

Ao: Área Opaca
Lp: Linha Primitiva
Bp: Bordas Primitivas
Sp: Sulco Primitivo

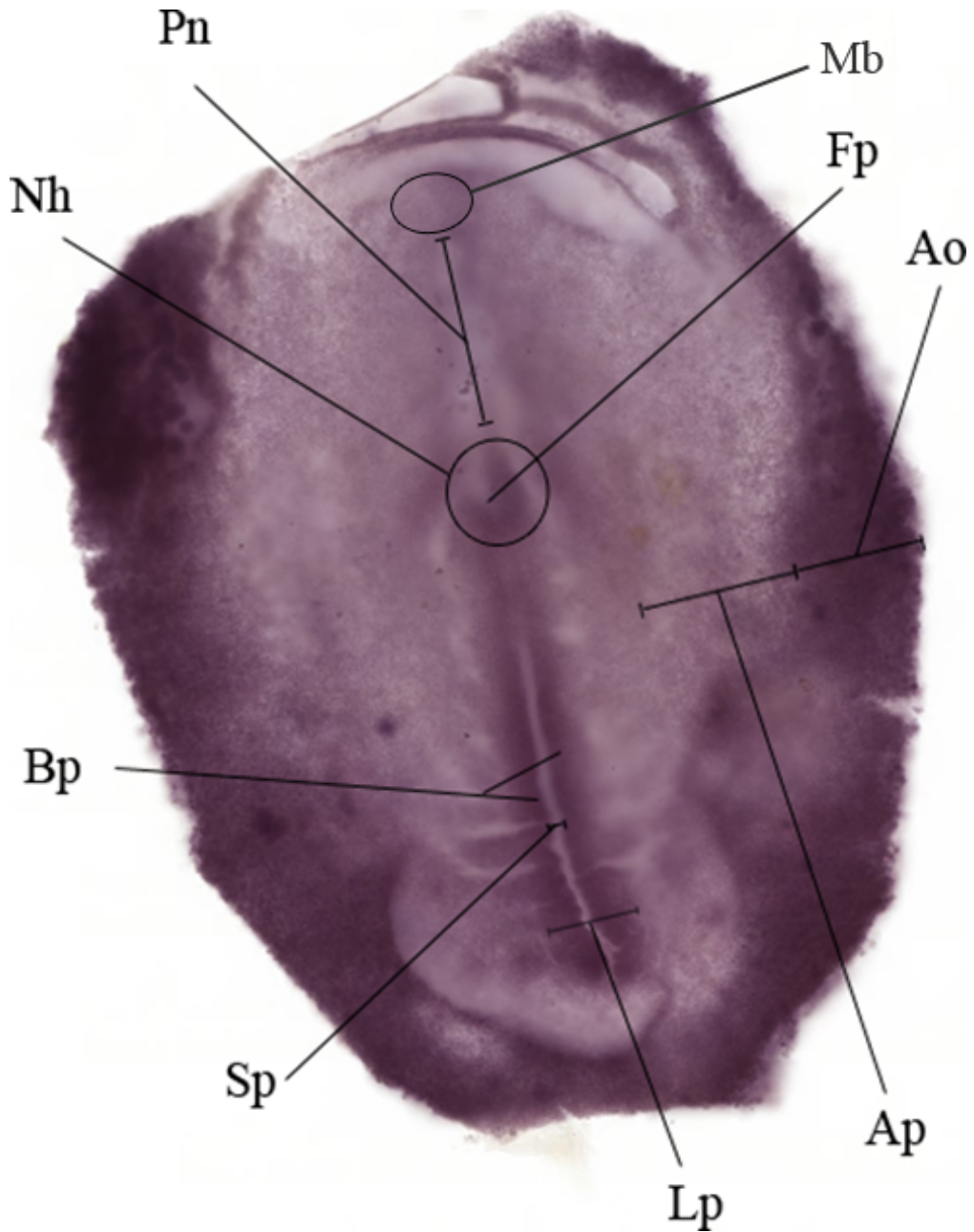


Figura 119. Montagem total de embrião de galinha com 18 horas de incubação. Corada com Hematoxilina. Aumento 20x.

6.2. CORTES SERIADOS TRANSVERSAIS

Os cortes transversais, que permitem o estudo interno dos embriões, foram realizados da região cranial para a caudal. Para a adequada compreensão das estruturas é importante que se identifique, na montagem total do embrião, a altura do corte (Figura 120).

01) Nó primitivo: aglomerado de células na região central do corte.

02) Mesoderme: Folheto entre o ectoderme e a endoderme que se originou com a migração das células do epiblasto.

03) Endoderme: Folheto originado por células epiblasticas, que migram pelo sulco primitivo e deslocam as células do hipoblasto. A endoderme embrionária é contínua com a que reveste internamente o saco vitelínico.

04) Ectoderme: Último folheto a se estabelecer, por meio da diferenciação do epiblasto remanescente.

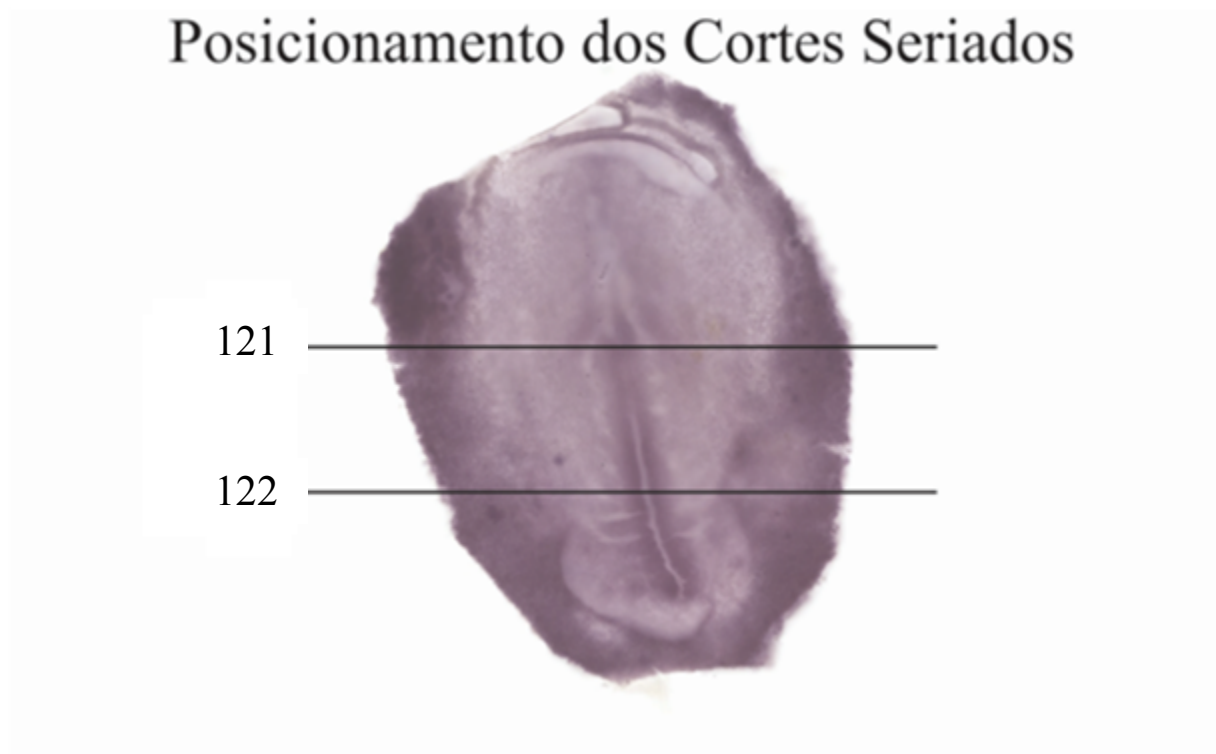


Figura 120. Montagem total de embrião de galinha com 18 horas de incubação, mostrando o posicionamento dos cortes seriados. Aumento 20x.

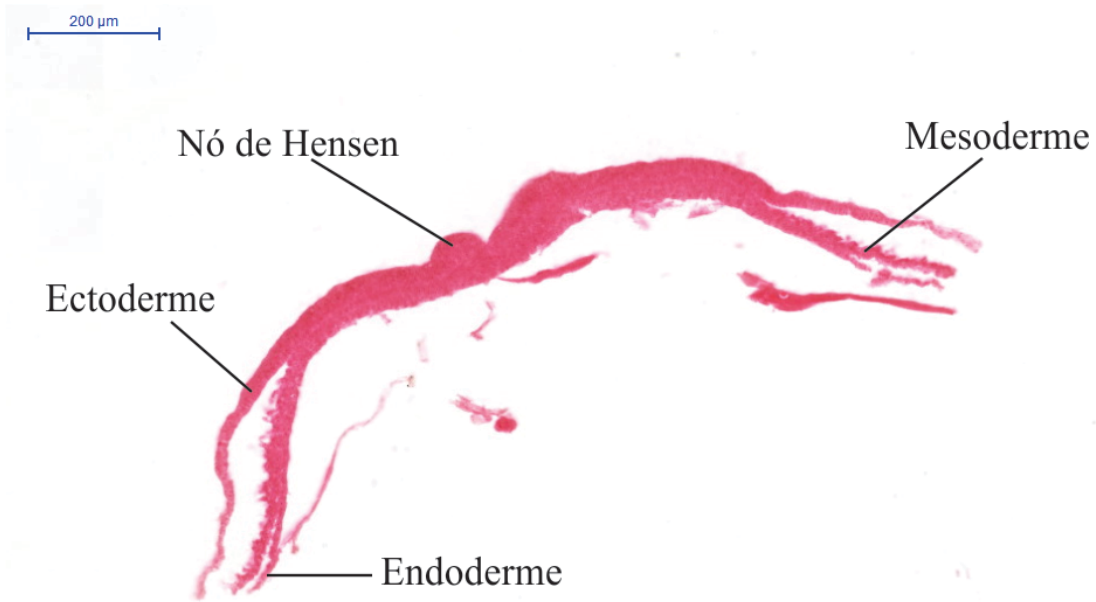


Figura 121. Corte transversal de embrião de galinha com 18 horas de incubação. Corado em HE. Aumento 50x.

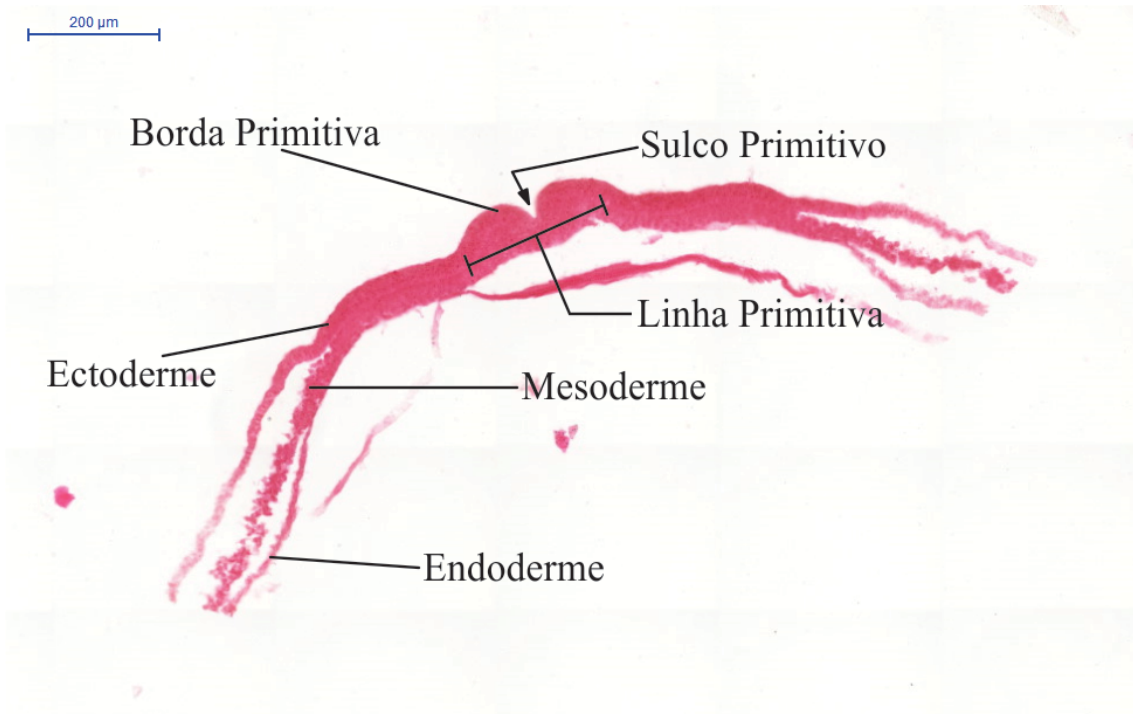


Figura 122. Corte transversal de embrião de galinha com 18 horas de incubação. Corado em HE. Aumento 50x.

7. EMBRIÃO DE GALINHA COM 24h DE INCUBAÇÃO

Nesse estágio, os folhetos embrionários começam a sofrer as primeiras modificações que originarão os órgãos, um processo denominado **organogênese rudimentar**. O ectoderme, por meio de indução pela notocorda, passa pelo processo de **neurulação** para formar o tubo neural que originará o Sistema Nervoso. A neurulação caracteriza-se pelo espessamento do ectoderme, formando a **placa neural**, com posterior elevação de suas bordas, que irão se fundir e formar o **tubo neural**.

O mesoderme metameriza-se, formando três regiões distintas: **mesoderme paraxial**, **mesoderme intermediário** e **mesoderme lateral**. Com 24h de incubação, o embrião já formou cerca de 4 a 5 pares de somitos, os quais são diferenciações do mesoderme paraxial. Dessa forma, o estágio em que o embrião estudado se encontra pode ser determinado pelo número de pares de somitos formados. O mesoderme lateral, por outro lado, passa por delaminação e origina: **mesoderme lateral somático**, próximo ao ectoderme epidermal; e **mesoderme lateral esplâncnico**, próximo à endoderme. Ambas as estruturas são separadas por um espaço denominado **celoma**, o qual, nesse estágio, estende-se tanto pela porção embrionária quanto extraembrionária.

Além disso, devido ao dobramento cefálico, caudal e lateral do embrião, a endoderme passa a delimitar o **intestino anterior**. Nessa região, a cavidade do intestino primitivo não estará mais em contato direto com o saco vitelínico, mas sim com a endoderme. A porção caudal ao intestino anterior, na qual não há o revestimento inferior de endoderme, é chamada de intestino médio.

7.1. MONTAGEM TOTAL

01) Bordas neurais: Observam-se duas linhas de coloração intensa que seguem a partir do nó de Hensen para a região mais cranial do embrião: são as bordas neurais, formadas a partir da elevação da placa neural.

02) Sulco neural: Dentro da região delimitada pelas bordas neurais encontra-se o sulco neural. Formará a luz do Tubo Neural quando este estiver fechado.



03) Dobra cefálica: Na porção cranial, é possível notar uma região que está dobrada para baixo do plano do corte. Essa é a dobra cefálica. Ela é responsável pela formação da **cavidade subcefálica** e do **intestino anterior ou primitivo**.

04) Notocorda: Estrutura alongada que está no segundo plano da imagem (região de mesoderme) que cresceu a partir do nó de Hensen e agora influencia na regressão da linha primitiva.

05) Somitos: Formas cúbicas dispostas aos pares ao longo da notocorda. Formaram-se pela metamerização do mesoderme, a qual originou o mesoderme paraxial. Assim, também são observadas em segundo plano.

06) Parede lateral do intestino anterior: É a porção mais escurecida da região cefálica do embrião, devido à dobra cranial. Com a dobra, forma-se uma cavidade, o intestino anterior, e suas paredes, as quais são revestidas por endoderme.

07) Entrada do intestino anterior: O término caudal da região mais escura citada anteriormente é onde se inicia o intestino médio, em contato com o saco vitelínico (chamado de vesícula umbilical na espécie humana), e caracteriza a entrada do intestino anterior.

08) Linha primitiva: Observa-se sua regressão.

09) Área Opaca: Região de aspecto visual granuloso (por causa das Ilhotas Sanguíneas) no entorno da Área Pelúcida e que agora se encontra dividida em **Área Vasculosa**, dotada de vasos, e **Área Opaca Vitelina**.

10) Área Pelúcida: Região que constitui o que formará o embrião.

Bn: Borda Neural	Ea: Entrada para o Intestino Anterior	Ap: Área Pelúcida
Sn: Sulco Neural	Pi: Paredes do intestino anterior	Ao: Área Opaca
Lp: Linha Primitiva	So: Somito	Pa: Pró-âmnio
Ia: Intestino Anterior		

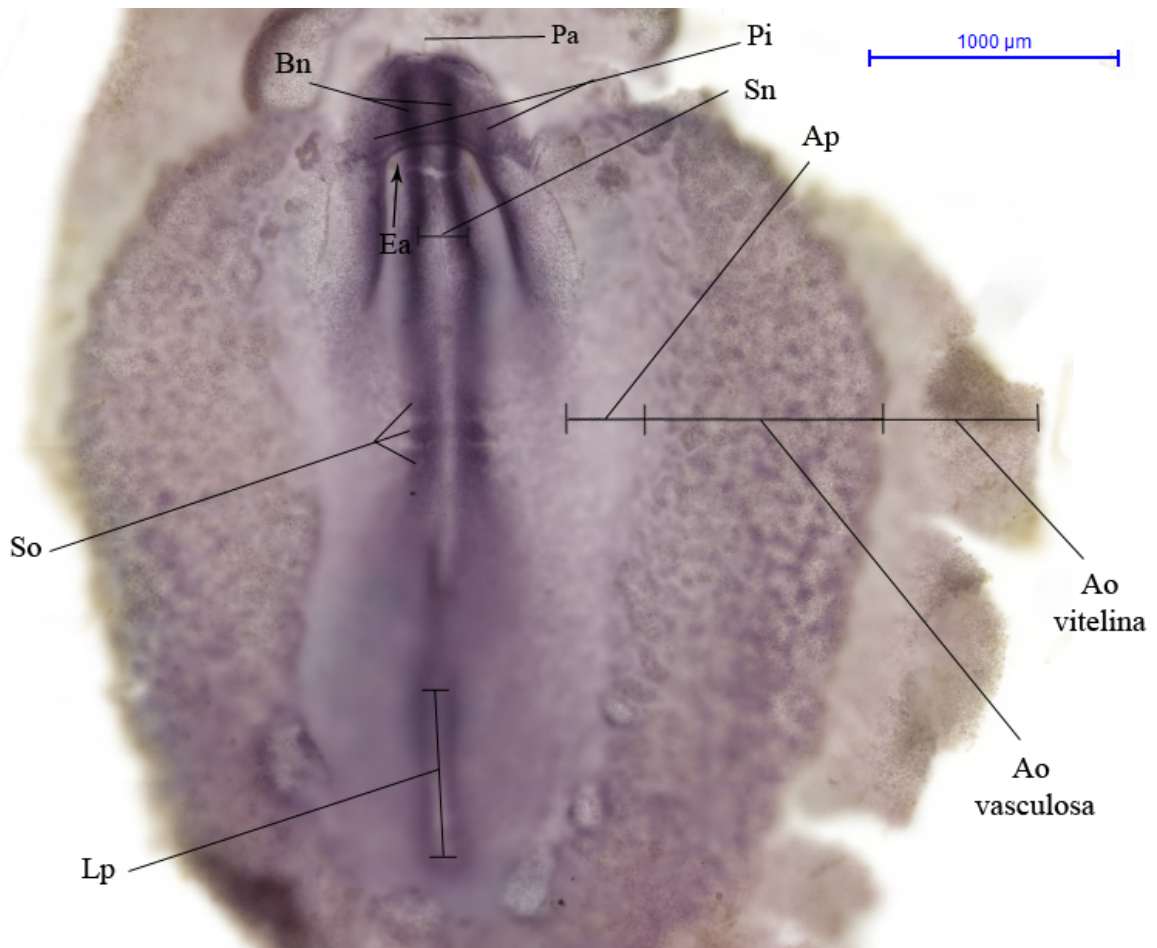


Figura 123. Montagem total de embrião de galinha com 24 horas de incubação. Corado com Hematoxilina. Aumento de 15x.

7.2. CORTE SAGITAL

01) Dobra cefálica: Localizada na região cranial do embrião que está dobrada para baixo e forma duas cavidades, uma acima e outra abaixo.

02) Cavidade subcefálica: Nota-se uma dobra no embrião, a **dobra cefálica**. Abaixo dela é formada uma cavidade, a cavidade subcefálica.

03) Intestino anterior: Devido à dobra cefálica, foi formada mais uma cavidade no embrião, a qual é revestida por endoderme. Entre a dobra cefálica e a endoderme que não se dobrou, está uma cavidade denominada de intestino anterior.

04) Membrana bucofaríngea: Observa-se na porção cranial do embrião uma região que possui apenas ectoderme e endoderme fortemente aderidas. Esse local é onde está a membrana bucofaríngea, que irá se romper com o desenvolvimento do embrião para permitir a comunicação da cavidade oral com a faringe.

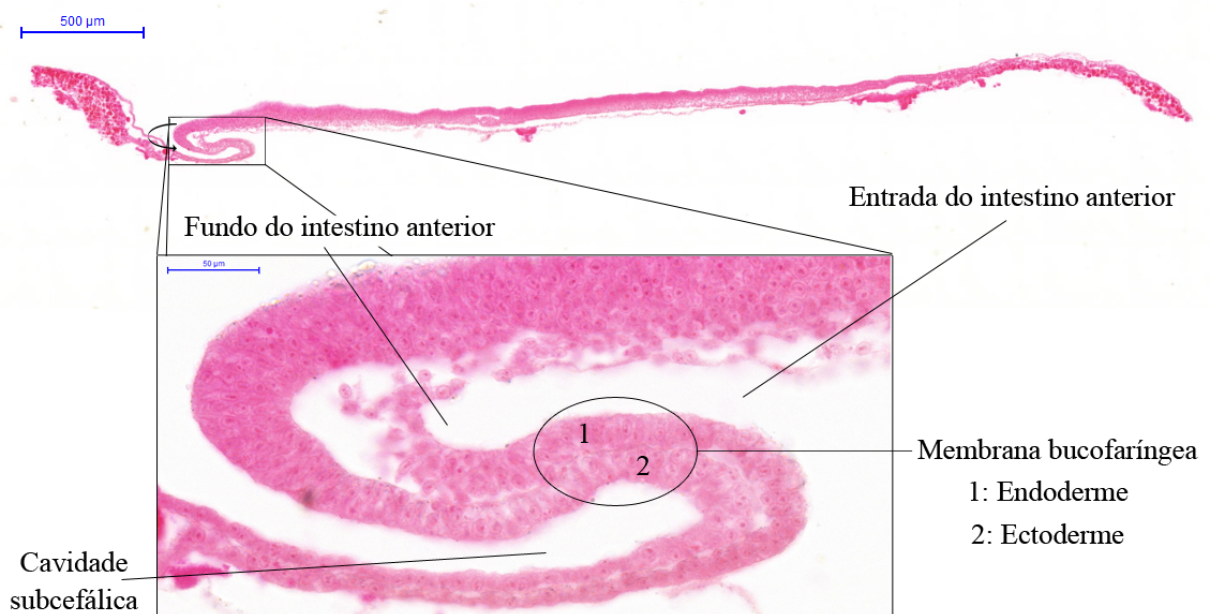


Figura 124. Corte histológico sagital de embrião de galinha com 24 horas de incubação, com foco na região da cavidade subcefálica e intestino anterior. A seta indica a dobra cefálica. Corado em HE. Aumento de 303x (imagem em detalhe).

7.3. CORTES SERIADOS TRANSVERSAIS

01) Bordas neurais: Nas extremidades do embrião, será possível observar as bordas neurais como elevações que estão se fechando para formar o tubo neural.

02) Sulco neural: Região delimitada pelas bordas neurais.

03) Tubo neural: Na região medial do embrião, as bordas neurais já terão se encontrado e fechado a estrutura denominada tubo neural. Seu fechamento ocorre da região medial para cranial e caudal.

04) Notocorda: Nota-se, logo abaixo do tubo neural – ou bordas neurais, dependendo da altura do corte observado – uma estrutura de forma circular, que percorre todo o corpo do embrião. É a notocorda, indutora primária. Apesar de parecer inferior ao tubo neural nos cortes transversais, a notocorda está posicionada anteriormente a ele.

05) Intestino primitivo: Apresenta-se fechado nos cortes mais craniais, formando uma estrutura que se assemelha a um sorriso, e caracteriza o intestino anterior. Ao observar cortes mais caudais, o intestino ainda estará aberto e em contato com o saco vitelínico, o que exemplifica o intestino médio.

06) Ectoderme epidermal: Tem continuidade com o ectoderme neural que deu origem ao tubo neural.

07) Mesênquima cefálico: Este é o nome dado ao mesoderme na região das futuras vesículas encefálicas. Tem o nome de mesênquima por suas células estarem menos agrupadas que no mesoderme do resto do corpo do embrião. Além disso, ele não se metameriza nessa região.

08) Mesoderme paraxial: A partir da altura que formará a medula espinal, podemos ver a metamerização do mesoderme. O mesoderme paraxial é aquele mais próximo da notocorda e que origina os somitos.

09) Mesoderme intermediário: Ele está entre o mesoderme paraxial e o mesoderme lateral. Será importante na formação do sistema urinário e genital, os quais serão estudados posteriormente.

10) Mesoderme lateral: Fica ao lado do mesoderme intermediário e se divide em duas porções:

- a. **Mesoderme lateral somático:** Em contato com o ectoderme epidermal. Sua união forma a **somatopleura**.
- b. **Mesoderme lateral esplâncnico:** Em contato com a endoderme. Sua união forma a **esplancnopleura**.

11) Celoma: Cavidade entre o mesoderme lateral somático e o mesoderme lateral esplâncnico. Nos cortes que exemplificam a entrada para o intestino anterior, é

possível notar que o celoma se apresenta bem mais largo que em outras porções; ali, ele é chamado de **região pericárdica**.

12) Cordão angioblástico: Demarca o início da formação do Sistema Cardiovascular. Origina-se no mesoderme lateral esplâncnico em contato com a região pericárdica, bilateralmente, e adquire aspecto tubular. Com o desenvolvimento e dobramento do embrião, os cordões angioblásticos se unem e formam o tubo endocárdico único.

13) Ilhotas sanguíneas da Zona Opaca: Estão na parcela vascular da Área Opaca. Elas são grupamentos de mesoderme na porção adjacente à Área Pelúcida e determinam o início da formação de um importante sistema de circulação extraembrionário, o qual, posteriormente, será unido ao sistema cardiovascular do embrião.

14) Placa neural: Em cortes mais caudais, ainda não houve a formação do tubo neural, portanto, neles observa-se a placa neural.

15) Pró-âmnio: Área de aspecto claro, descrita em embriões jovens de galinha, desprovida de mesoderme, constituída por ectoderme e endoderme, à frente e abaixo da porção mais anterior do embrião, constituindo o assoalho da cavidade subcefálica. Essa estrutura não deve ser confundida com outra estrutura diblástica, a membrana bucofaríngea. Embora não faça parte do âmnio propriamente dito, o pró-âmnio é importante para a correta formação desse anexo embrionário. Mais detalhes podem ser encontrados em Lopes et al. (2014).

16) Cristas Neurais: Com o fechamento do Tubo Neural, uma parcela das células das Bordas neurais se desprende e forma duas estruturas que se posicionam lateralmente ao Tubo, chamadas de Cristas Neurais. Elas são responsáveis pela formação do primórdio da raiz dorsal dos gânglios espinais, alguns nervos cranianos, gânglios do Sistema Autônomo e inúmeras estruturas não neuronais.

17) Mesoderme extraembrionário: É o mesoderme que está fora do embrião propriamente dito. Foi formado com a invaginação das células do epiblasto, da mesma forma que o mesoderme intraembrionário. Com o surgimento de lacunas que se fundem, há formação do celoma e subdivisão do mesoderme extraembrionário em lateral somático e esplâncnico.

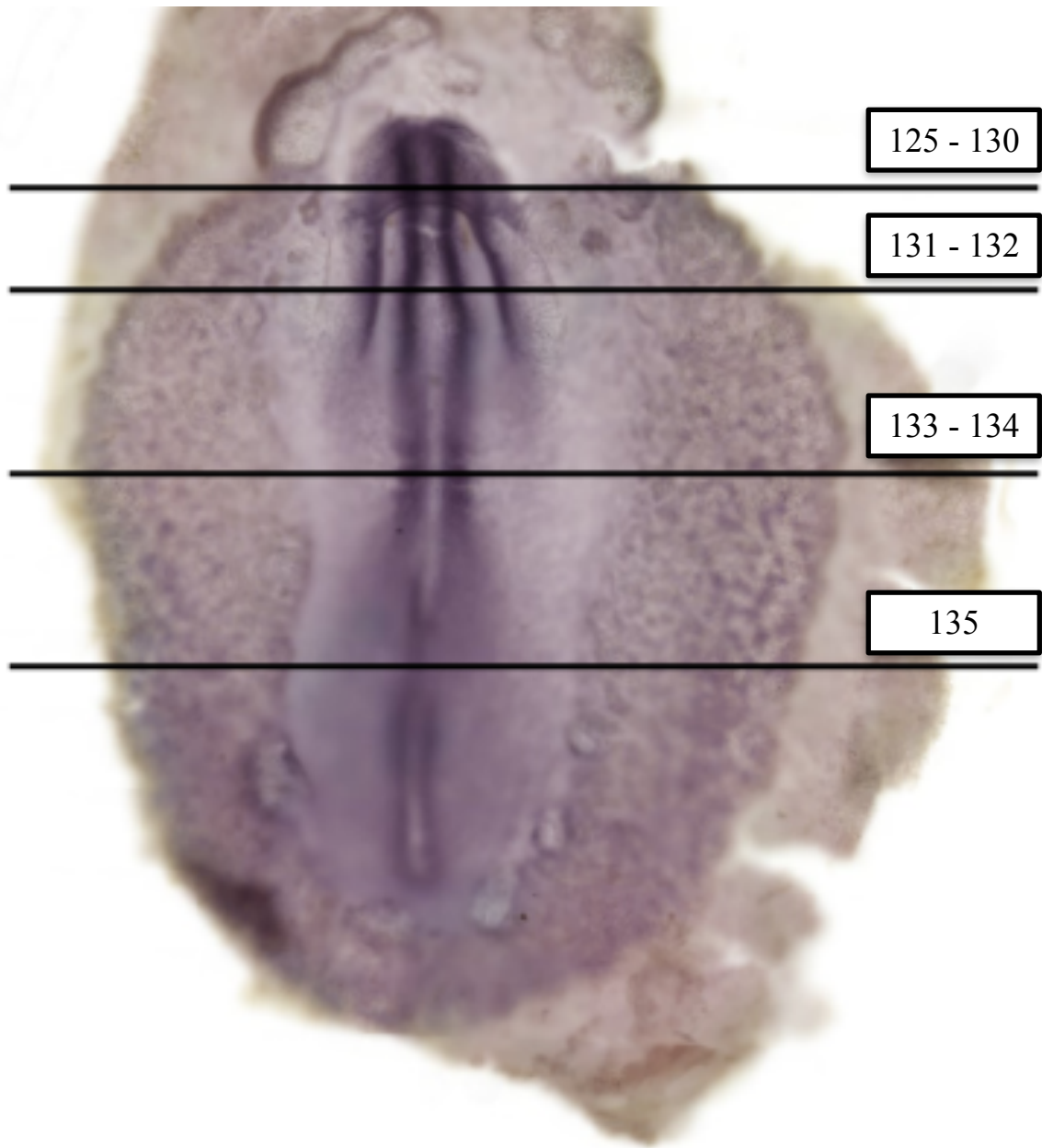


Figura 125. Montagem total de embrião de galinha com 24 horas de incubação, com as marcações de posição dos cortes seriados que serão apresentados a seguir. Corado com Hematoxilina. Aumento de 15x.

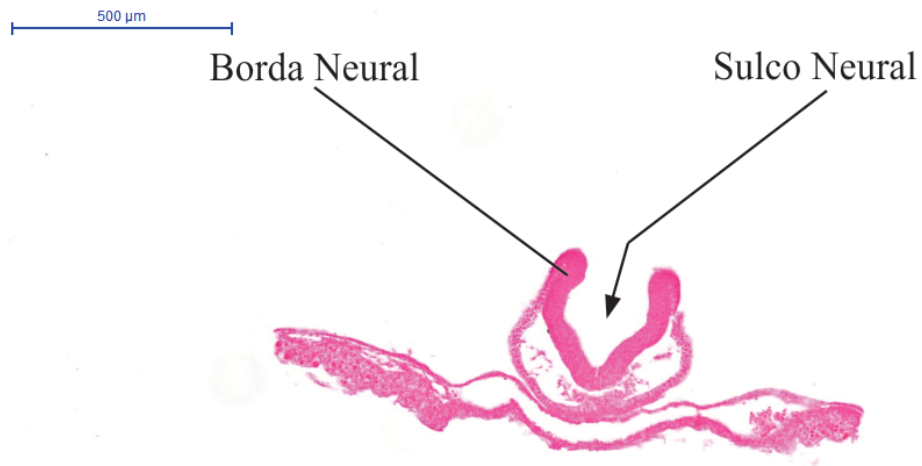


Figura 126. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 24 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

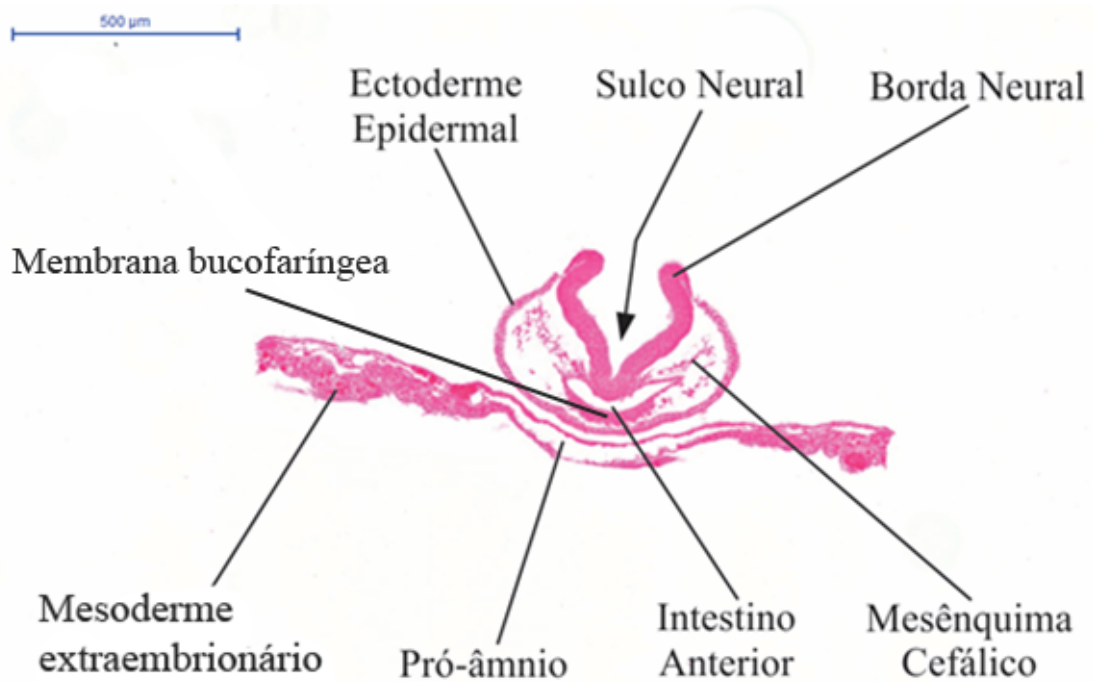


Figura 127. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 24 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

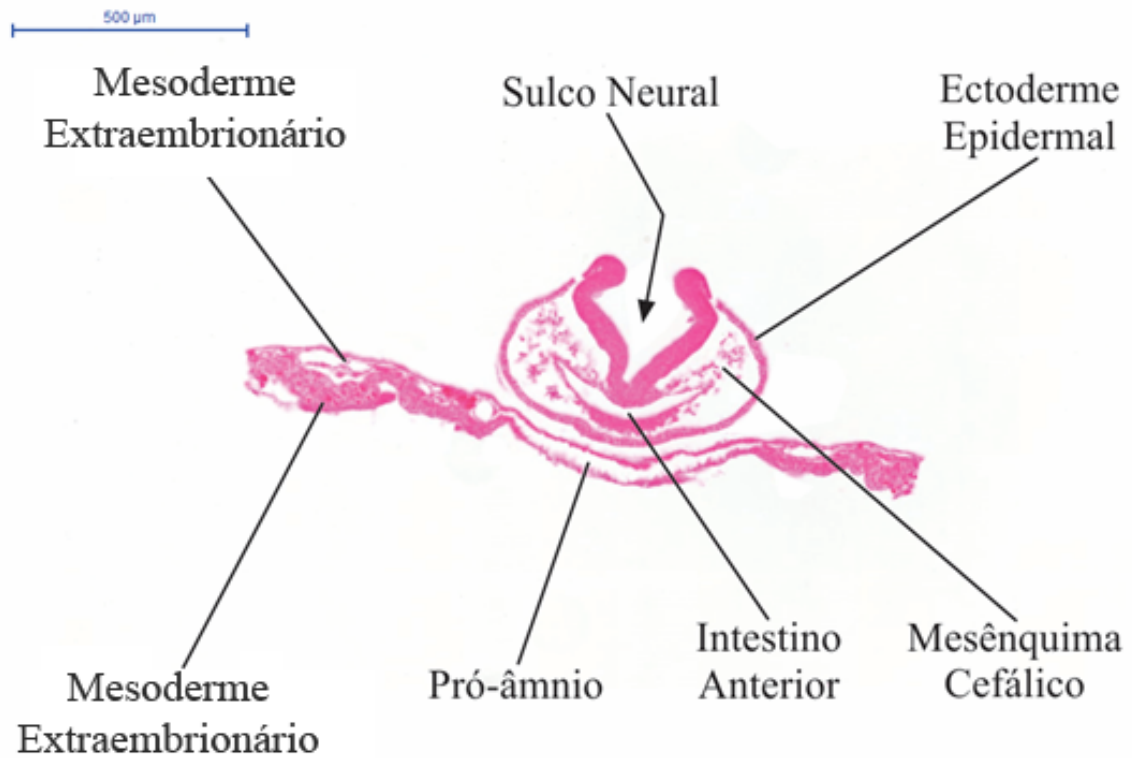


Figura 128. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 24 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

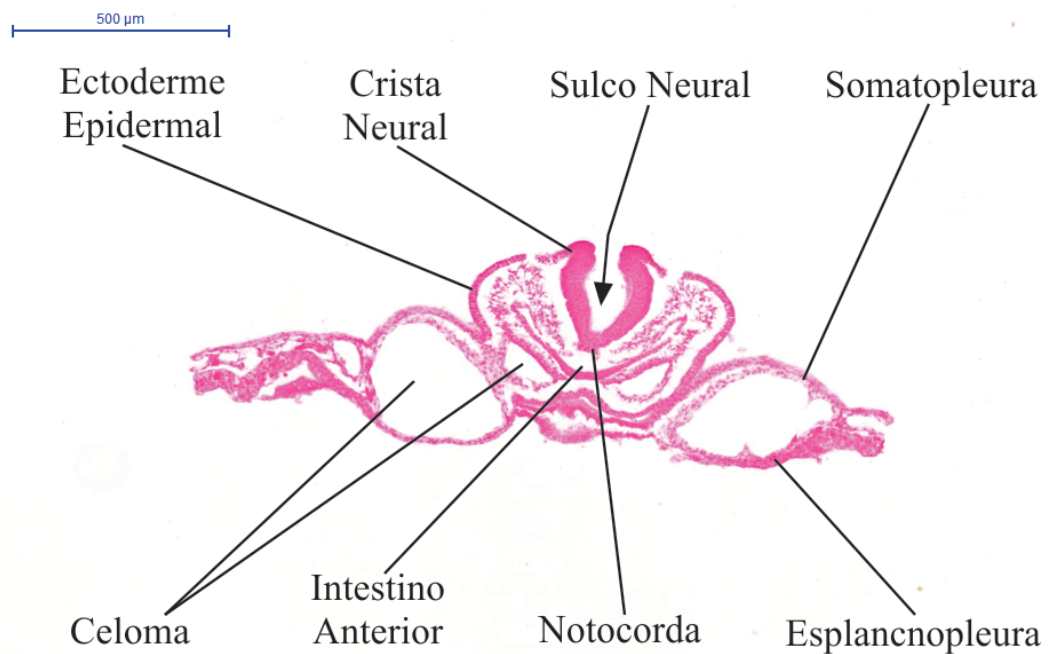


Figura 129. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 24 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

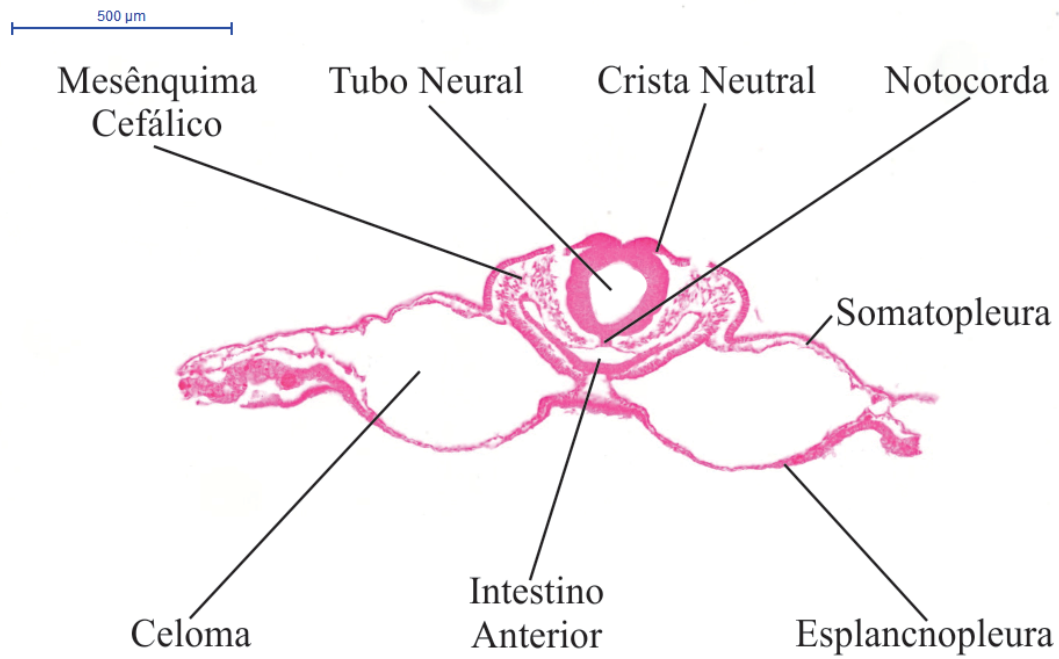


Figura 130. Corte histológico seriado de embrião de galinha com 24 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

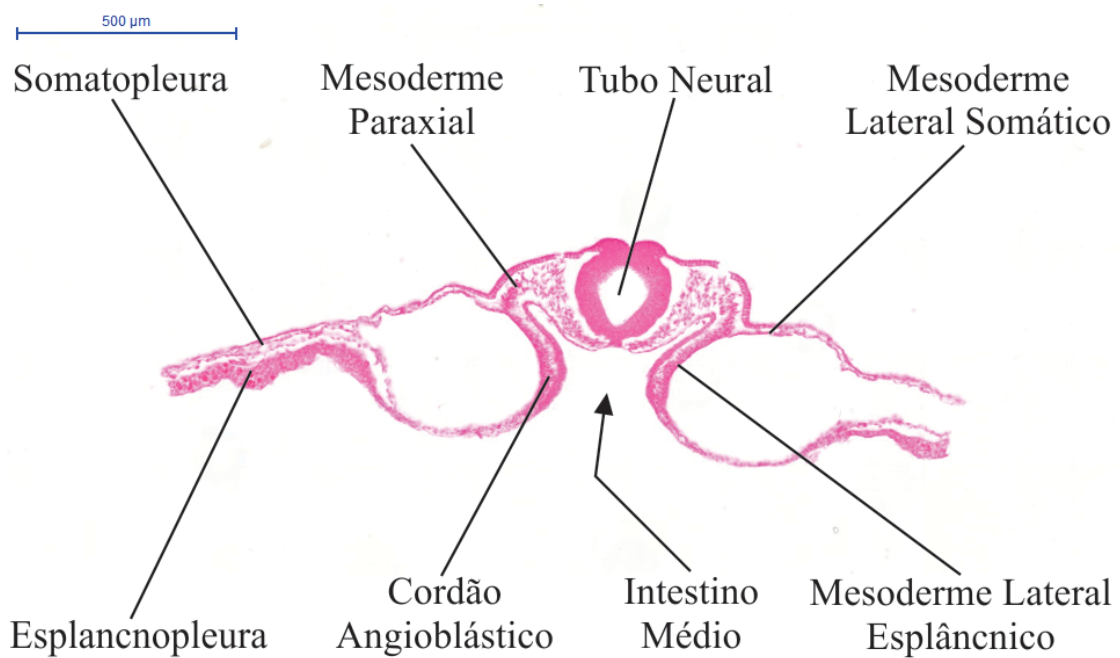


Figura 131. Corte histológico seriado de embrião de galinha com 24 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

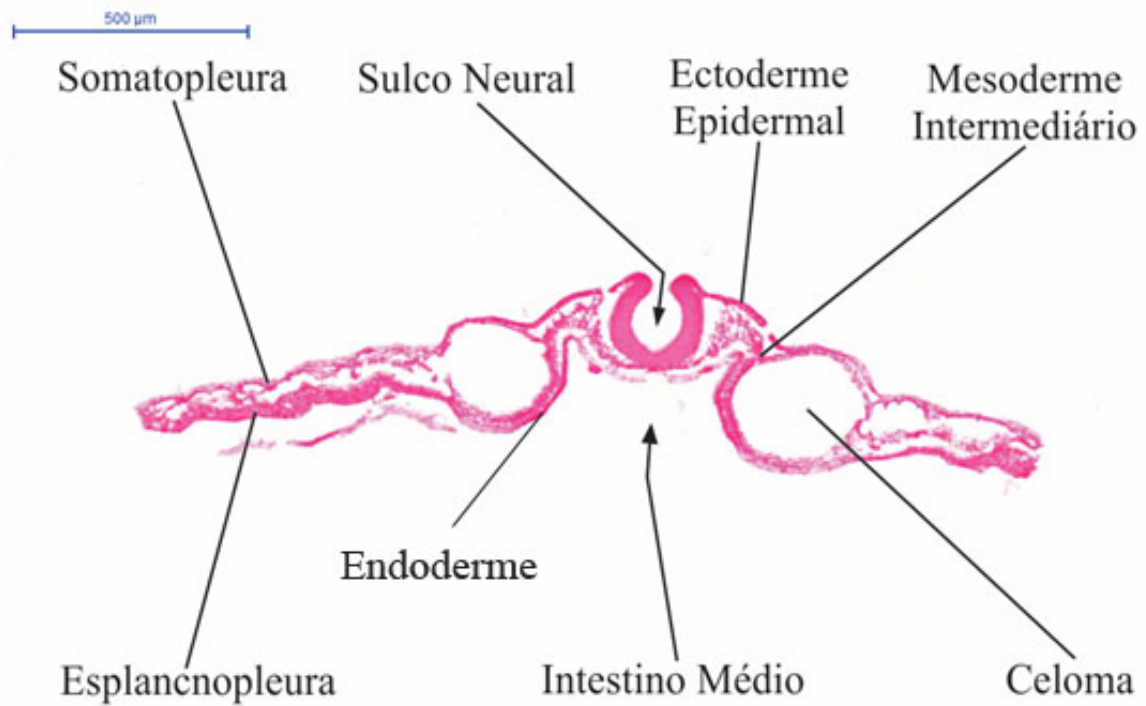


Figura 132. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 24 de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

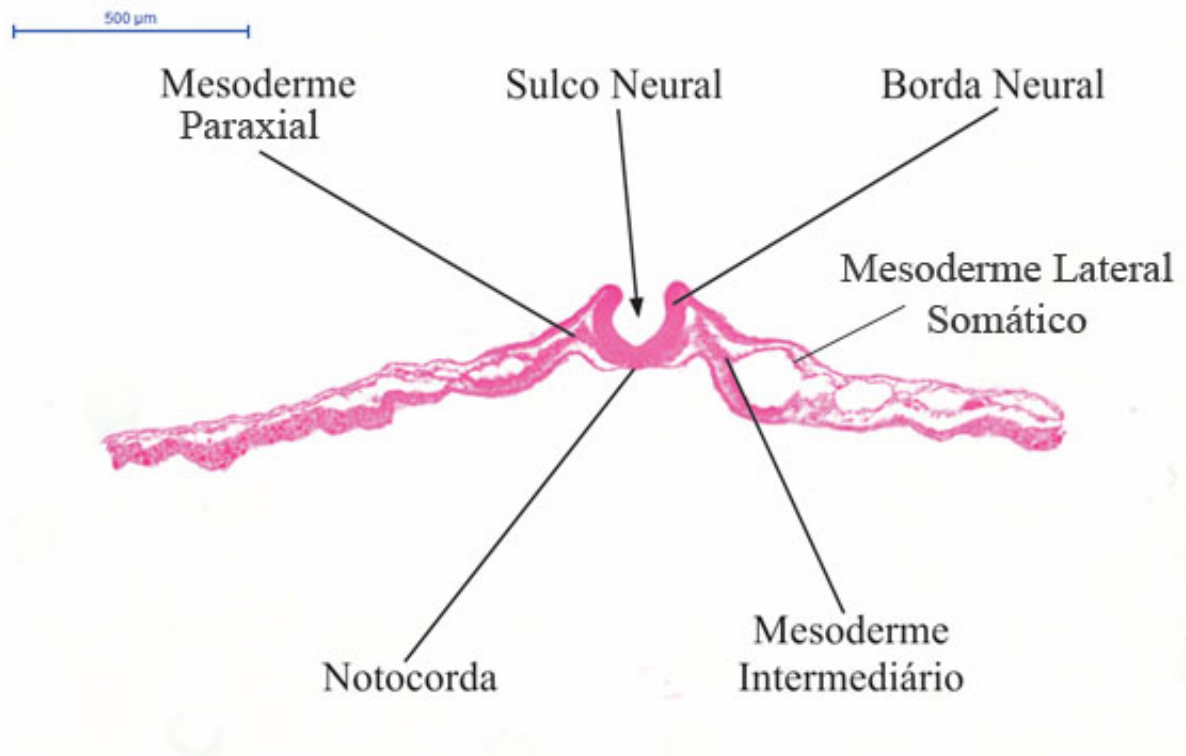


Figura 133. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 24 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

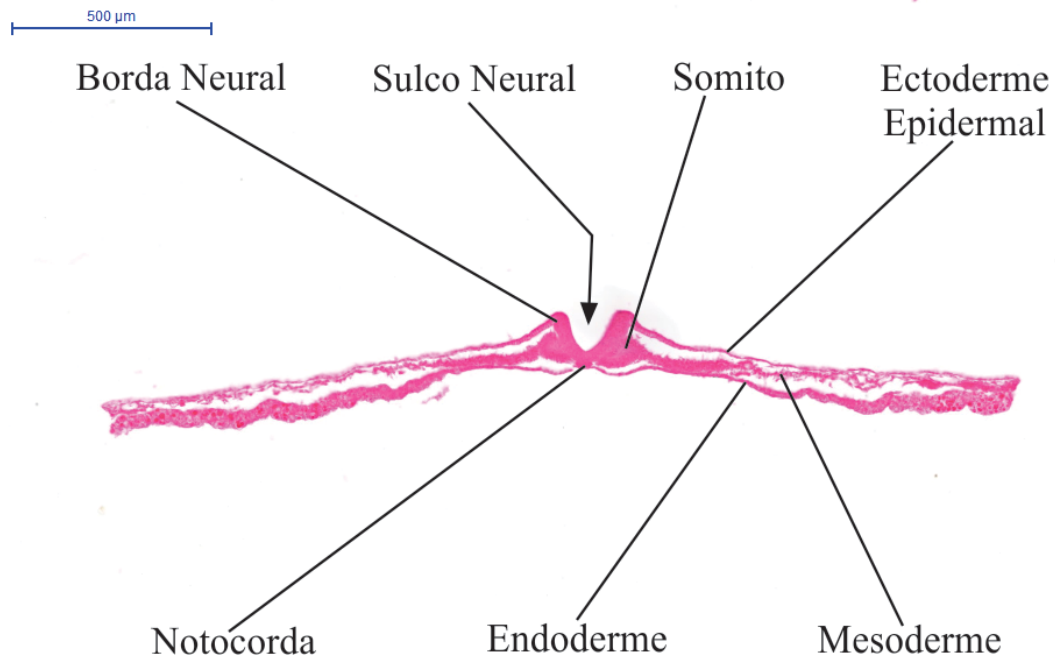


Figura 134. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 24 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

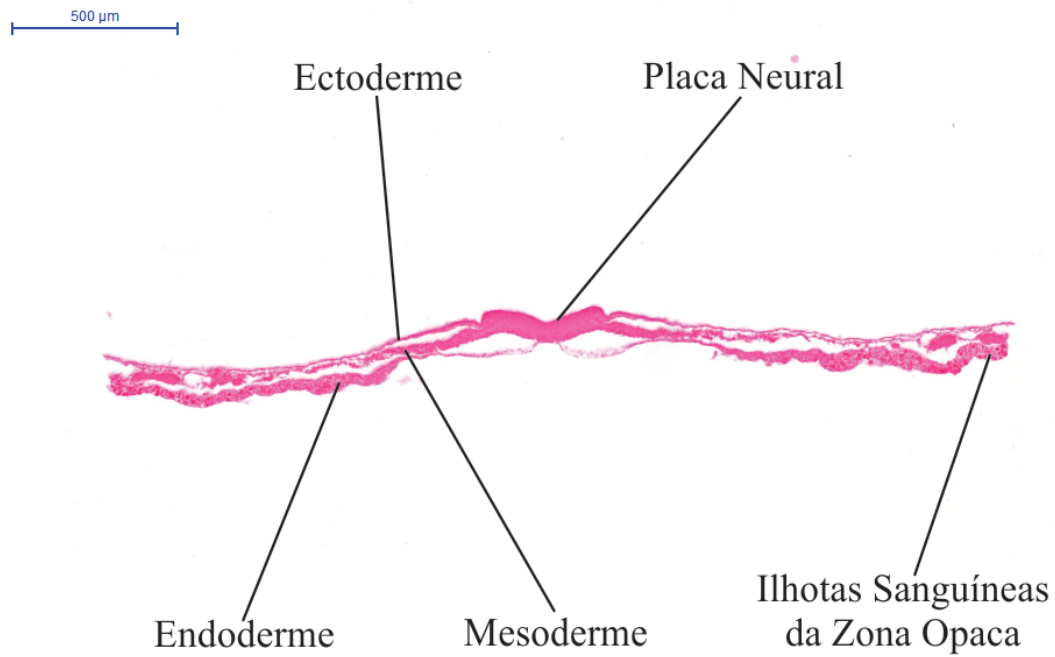


Figura 135. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 24 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

8. EMBRIÃO DE GALINHA COM 33h DE INCUBAÇÃO

O embrião com 33h de incubação apresenta o tubo neural quase completamente fechado em sua região cefálica. Ele sofre dilatações em sua região cranial, originando inicialmente três **vesículas encefálicas primárias: prosencéfalo, mesencéfalo e rombencéfalo**. A porção localizada caudalmente às vesículas encefálicas primárias não sofre dilatações e originará a **medula espinal**.

O **intestino primitivo anterior** alongou-se e continua o processo de fechamento de suas paredes laterais em direção caudal. A **membrana bucofaríngea** é a porção do intestino anterior que permanece sem mesoderme e fechada até o momento certo para sua ruptura e formação da boca.

Em relação ao mesoderme, os **somitoss** estão mais definidos e na região anterior eles quase não mais se conectam ao mesoderme intermediário. O **mesoderme lateral esplâncnico** começou a se espessar no embrião com 24h e agora outras alterações importantes estão ocorrendo para a formação do sistema cardiovascular.

Algumas células desse mesoderme esplâncnico espesso se desprendem e acomodam entre o mesoderme e a endoderme, organizando-se a princípio em formas de tubos que formarão o endocárdio. O mesoderme esplâncnico que doou essas células passa a ser chamado de **epimiocárdio** e oferece revestimento para o **endocárdio** em formação.

Os tubos, chamados de **cordões angioblásticos**, aproximam-se e fundem-se, formando um tubo cardíaco logo abaixo do intestino anterior. Esse é o coração primitivo. Ele prende-se ao lugar pelos **mesocárdios dorsal e ventral**, mas apenas o dorsal permanece até o início do dobramento do coração. A porção posterior do coração se bifurca e se conecta às veias vitelínicas, permitindo seu acesso ao complexo sistema da Área Vasculosa. Esse sistema formou-se a partir das ilhotas sanguíneas, cuja organização celular deu origem aos vasos que envolvem as células sanguíneas oriundas do saco vitelínico. A porção anterior bifurcada do coração forma as aortas ventrais, as quais passam abaixo da borda anterolateral do intestino anterior, e são chamadas de aortas dorsais ao passarem por trás do intestino anterior. As veias cardinais também estão em seu processo de formação, porém menos visíveis nesse estágio do desenvolvimento. O coração



primitivo já inicia seus batimentos, ainda que não muito eficientes e sem o estabelecimento da circulação embrionária (que ocorrerá após algumas horas).

8.1. MONTAGEM TOTAL

01) Prosencéfalo: É a vesícula encefálica mais cranial e possui duas dilatações laterais.

02) Vesículas ópticas: São as dilatações citadas acima e que darão origem às estruturas do globo ocular. Nesse momento, a luz delas é contínua com a do prosencéfalo.

03) Mesênquima cefálico: Massa celular irregular que está em contato com as vesículas encefálicas.

04) Mesencéfalo: Localiza-se abaixo do prosencéfalo e acima do Rombencéfalo.

05) Rombencéfalo: Vesícula encefálica mais caudal que possui ondulações em sua extensão, os neurômeros. Além disso, é possível visualizar o esboço cardíaco na mesma altura.

06) Medula espinal ou espinhal: Estrutura que está presente a partir do término do rombencéfalo até o final da extensão do embrião. Pode ser identificada por estar acompanhada lateralmente pelos somitos, os quais, dentre outras estruturas, formarão as vértebras que protegem a medula espinal.

07) Ectoderme epidermal: Ectoderme que reveste o embrião e formará a epiderme.

08) Infundíbulo: É sabido que a glândula hipófise é formada por uma porção nervosa e uma porção glandular. A porção nervosa origina-se de uma estrutura denominada infundíbulo, que é formada pela evaginação da parede do diencéfalo. Ele é visto como uma pequena região mais escurecida na lâmina do embrião total com 33h de desenvolvimento. A notocorda segue até essa depressão do teto do prosencéfalo, ou seja, nas porções encefálicas anteriores ao infundíbulo, a notocorda não será observada, tanto na montagem total quanto nos cortes transversais.

09) Intestino Anterior: É melhor observado nos cortes transversais. Na montagem total do embrião é possível localizá-lo na região do mesencéfalo.

10) Região Sinoatrial: Região onde se originará o nó sinoatrial, formado pela união de partes do átrio e do seio venoso.

11) Seio Romboidal: É a porção externa posterior do tubo neural que ainda aparece aberta na região caudal, com as bordas neurais divergindo lateralmente em relação ao nó de Hensen e linha primitiva.

12) Tudo Endocárdico Único: O Tubo Endocárdico Único pode ser visto como um formato de C na região que está o Rombocéfalo. Notam-se as veias vitelínicas saindo de sua região inferior.

13) Sinus terminalis: Grande veia circular que separa a Área Vasculosa da Área Vitelina (ambas da Zona Opaca). Formada a partir do mesoderme extraembrionário.

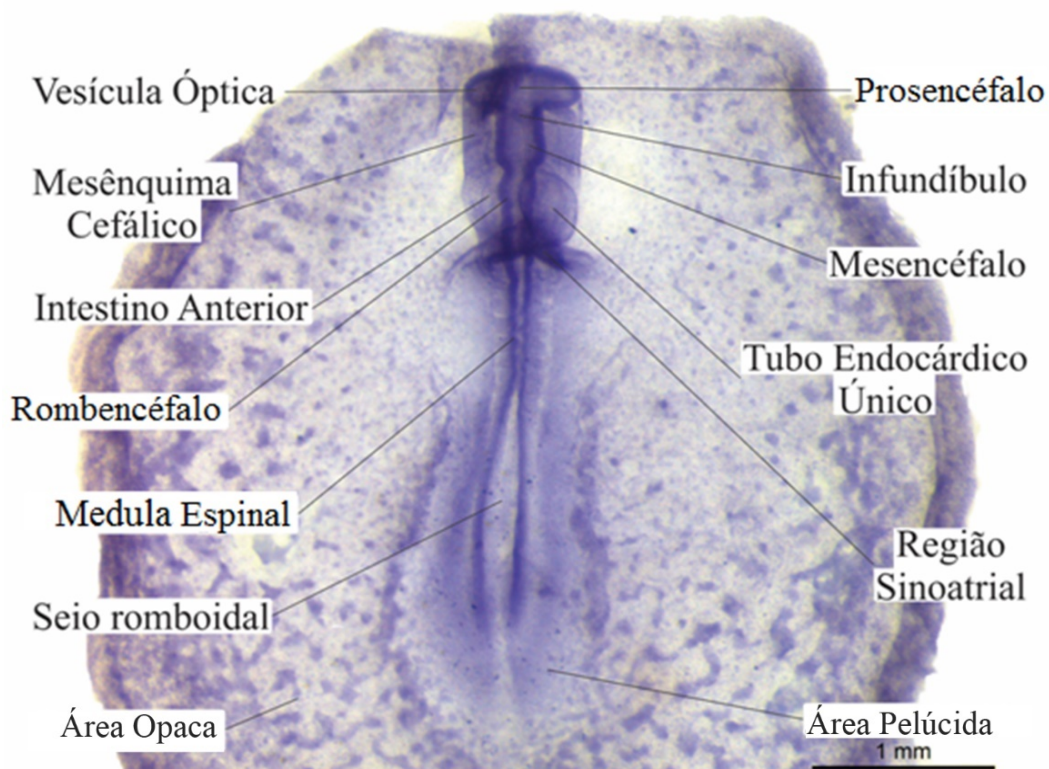


Figura 136. Montagem total de embrião de galinha com 33 horas de incubação. Corada com Hematoxilina. Aumento de 20x.

14) Pró-âmnio: Região formada apenas por endoderme e ectoderme e mais reduzida no embrião de 33h.

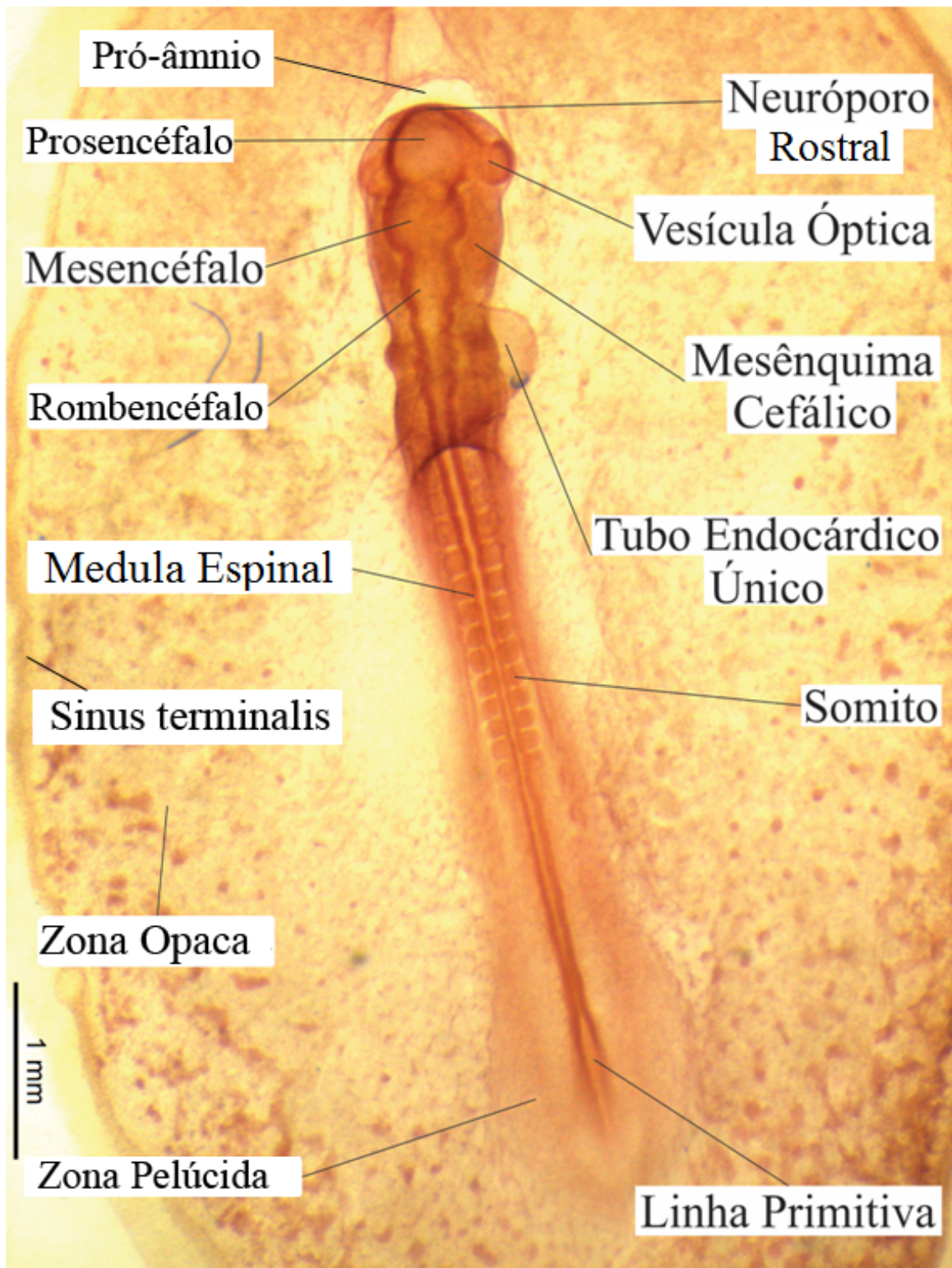


Figura 137. Montagem total de embrião de galinha com 33 horas de incubação. Corada com Hematoxilina.

8.2. CORTES SERIADOS TRANSVERSAIS

01) Prosencéfalo: Pode ser observado nos cortes iniciais, os quais representam a região mais cranial do embrião. Observam-se duas dilatações no corte que aparece o prosencéfalo.

02) Vesículas ópticas: As dilatações citadas anteriormente são as vesículas ópticas.

03) Mesênquima cefálico: A massa celular que acompanha as vesículas encefálicas primárias é o mesênquima cefálico.

04) Ectoderme epidermal: Estrutura de revestimento do embrião, a qual formará a epiderme e auxilia a formação de componentes do olho e ouvido.

05) Somatopleura extraembrionária: Fusão do mesoderme lateral extraembrionário com o ectoderme. A denominação extraembrionária é atribuída apenas porque é distal ao embrião, no entanto, há maior distinção entre o mesoderme extra e o intraembrionário a partir do momento que as pregas do embrião são estabelecidas posteriormente (cefálica, lateral e caudal).

06) Esplancnopleura extraembrionária: Fusão do mesoderme lateral extraembrionário com a endoderme. Reveste o saco vitelínico e é separada da somatopleura extraembrionária pelo **celoma extraembrionário**.

07) Mesencéfalo: Localizado em cortes seguintes aos que o prosencéfalo aparece. Não possui dilatações laterais e é possível observar estruturas do sistema digestório – intestino anterior fechado – e cardiovascular – arco aórtico ou aortas dorsais e ventrais, dependendo da altura do corte. Nota-se o intestino anterior já fechado nesta região.

08) Notocorda: Sua presença é percebida nos cortes que possuem mesencéfalo, rombencéfalo e medula espinal. Está sempre posicionada ventralmente às estruturas do Sistema Nervoso citadas.

09) Intestino Anterior: O intestino anterior está fechado.

10) Aortas ventrais: Aparecem como duas estruturas circulares na porção ventral do embrião. Esse posicionamento é devido à passagem das aortas ventrais anteriormente ao intestino primitivo.

11) Aortas dorsais: Estruturas ovais na porção dorsal do embrião. Podem ser vistas tanto em cortes mais craniais quanto caudais. Nota-se que estão sempre acima do intestino anterior nos cortes transversais, o que é um reflexo de seu posicionamento posterior em relação ao intestino primitivo.

12) Arco aórtico: É possível observar essa estrutura nos cortes feitos na altura que as aortas dorsais e ventrais se encontram.

13) Membrana bucofaríngea: Formada por endoderme e ectoderme fortemente aderidos. Não há mesoderme nessa região. Posteriormente, a membrana bucofaríngea será rompida e permitirá a comunicação da cavidade oral com a faringe. Isso é muito importante, visto que a ingestão de líquido amniótico promove o desenvolvimento correto dos sistemas digestório e respiratório.

14) Rombencéfalo: Mais inferior aos cortes com mesencéfalo. Observa-se que esta vesícula encefálica possui o teto menos espesso que as demais; isso se deve à flexura pontina.

15) Placa auditiva/ótica: Observa-se uma estrutura de aspecto mais escurecido na região do rombencéfalo. Ela é formada pelo espessamento do ectoderme epidermal que reveste essa vesícula encefálica primária.

16) Tubo Endocárdico Único: Nesse estágio do desenvolvimento, ele está em sua forma de U. Posteriormente, sofrerá mais torções e constrictões até atingir a forma completa de coração. O tubo endocárdico único desenvolve-se ventralmente ao rombencéfalo e é observado nessas alturas de corte após a fusão das aortas ventrais. É possível diferenciar duas estruturas no tubo endocárdico: **endocárdio** e **epimiocárdio**. Entre elas está a **geleia cardíaca**, a qual auxilia na coesão entre o endocárdio e o epimiocárdio.

17) Rudimento da Tireoide: É um espessamento da endoderme visível nos cortes seriados entre o intestino anterior e o tubo endocárdico único. Formará a glândula tireoide.

18) Medula espinal: Será observada nos cortes após o rombencéfalo; nota-se como sua morfologia já se apresenta mais semelhante à medula espinal completamente desenvolvida. Sua luz é bem estreita, mostrando a grande diferença existente entre ela e as vesículas encefálicas. Assim como na montagem total, é possível observar os somitos ao lado da medula espinal.

19) Intestino Médio: Será visto aberto e em contato com o saco vitelínico.

20) Veias vitelínicas: Na altura de corte que é possível observar a medula espinal, o tubo endocárdico único terá se dividido em duas veias vitelínicas.

21) Somitos: Estão sempre laterais à medula espinal. Em cortes mais caudais ainda não houve a diferenciação, portanto, observa-se também o mesoderme paraxial.

22) Veias cardinais: São as responsáveis pelo retorno venoso do embrião. Serão observadas como estruturas de luz branca e entorno mais escurecido.

23) Cordão nefrogênico: Lateral aos somitos e originada do mesoderme intermediário, essa estrutura formará o pronefro, que é o primeiro modelo renal a se desenvolver e depois regredir. O cordão nefrogênico se metameriza em toda sua extensão, exceto na porção mais caudal que originará o rim definitivo.

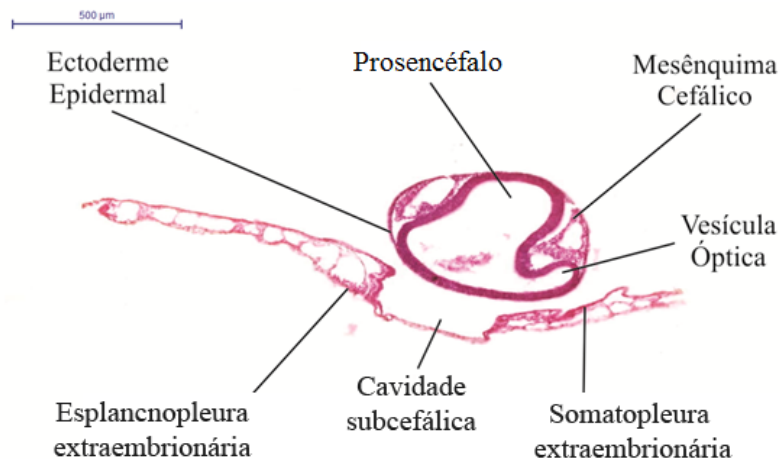


Figura 138. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 33 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

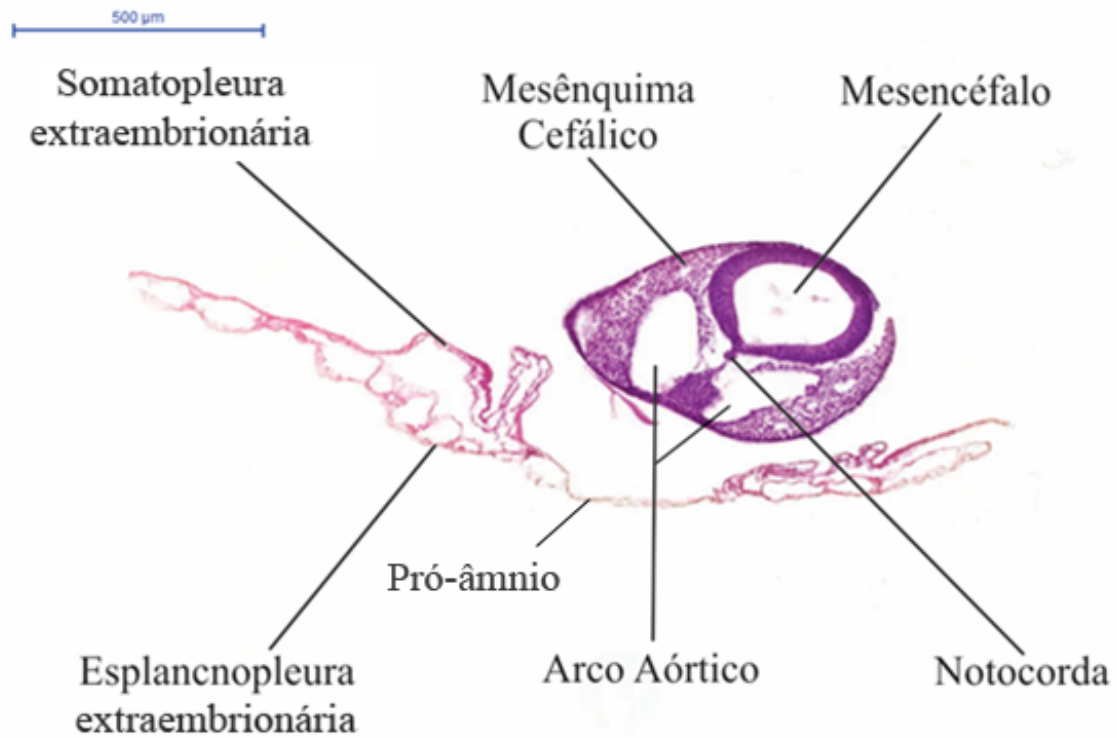


Figura 139. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 33 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

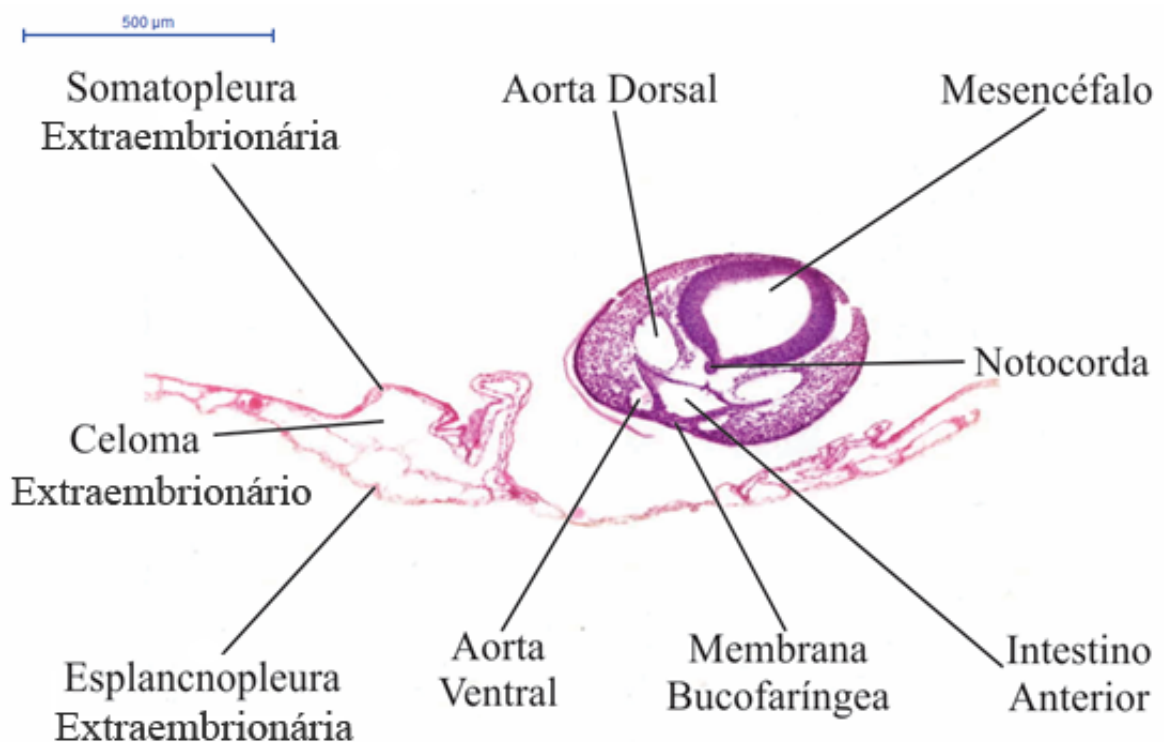


Figura 140. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 33 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

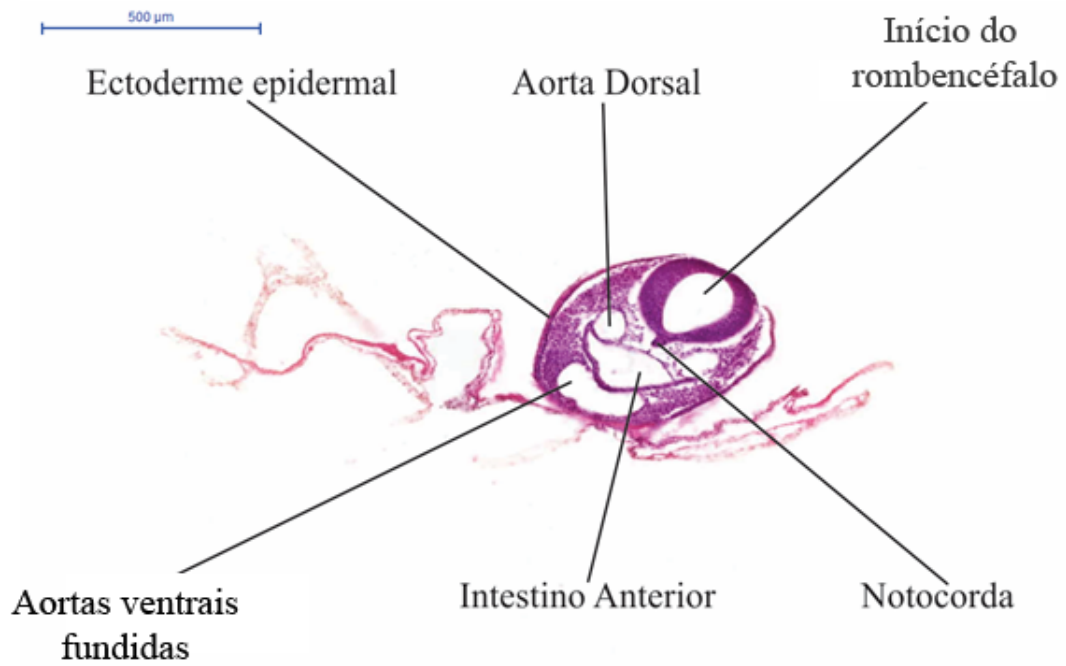


Figura 141. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 33 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

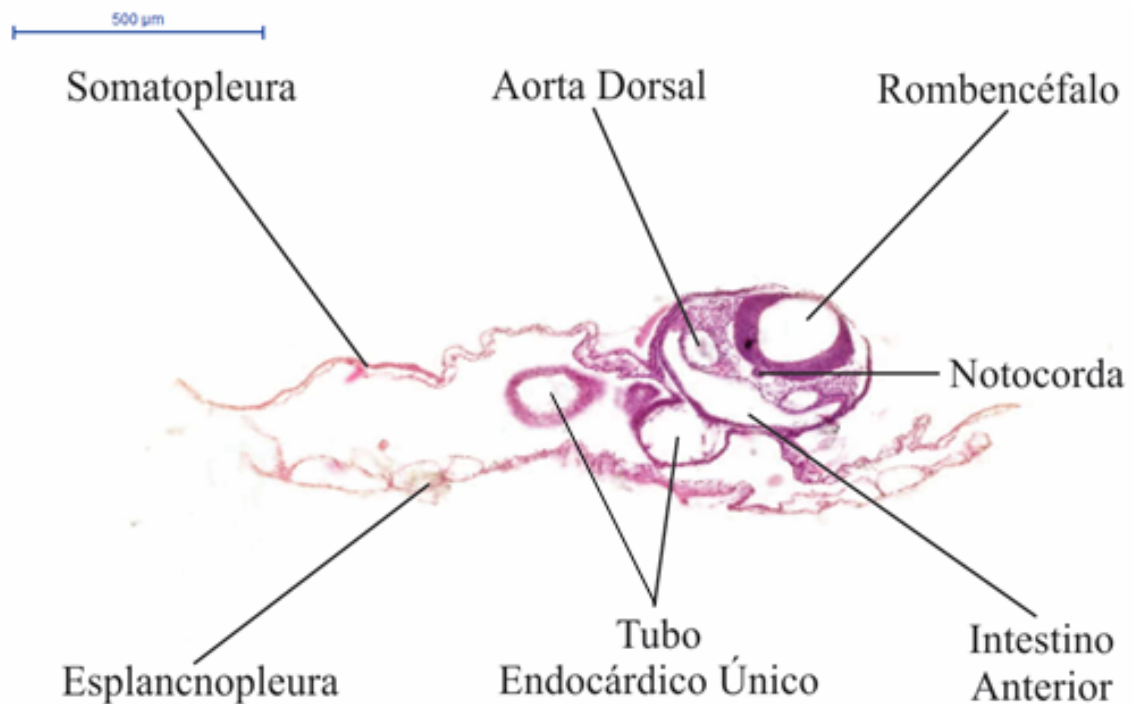


Figura 142. Corte histológico seriado de embrião de galinha com 33 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

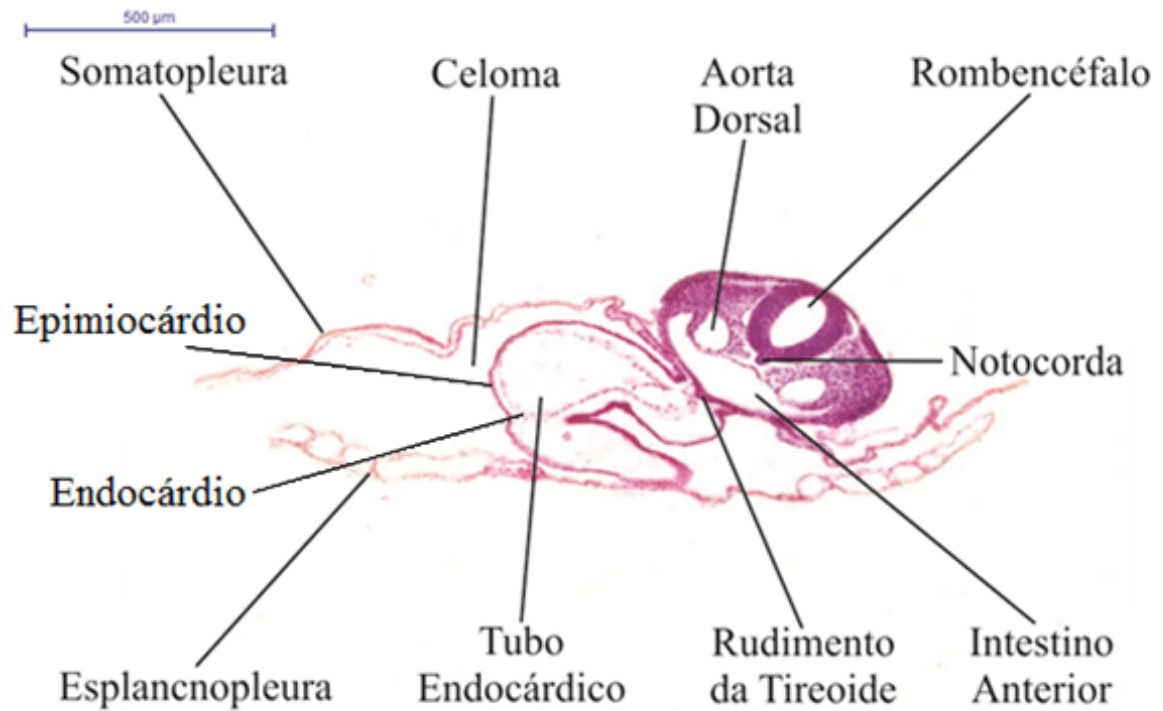


Figura 143. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 33 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

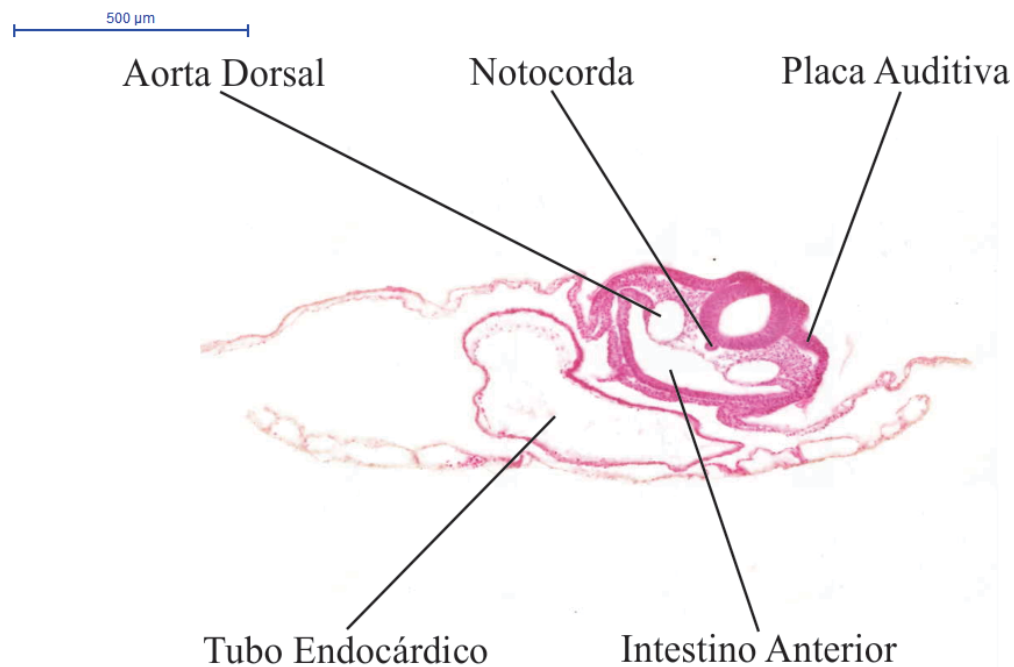


Figura 144. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 33 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

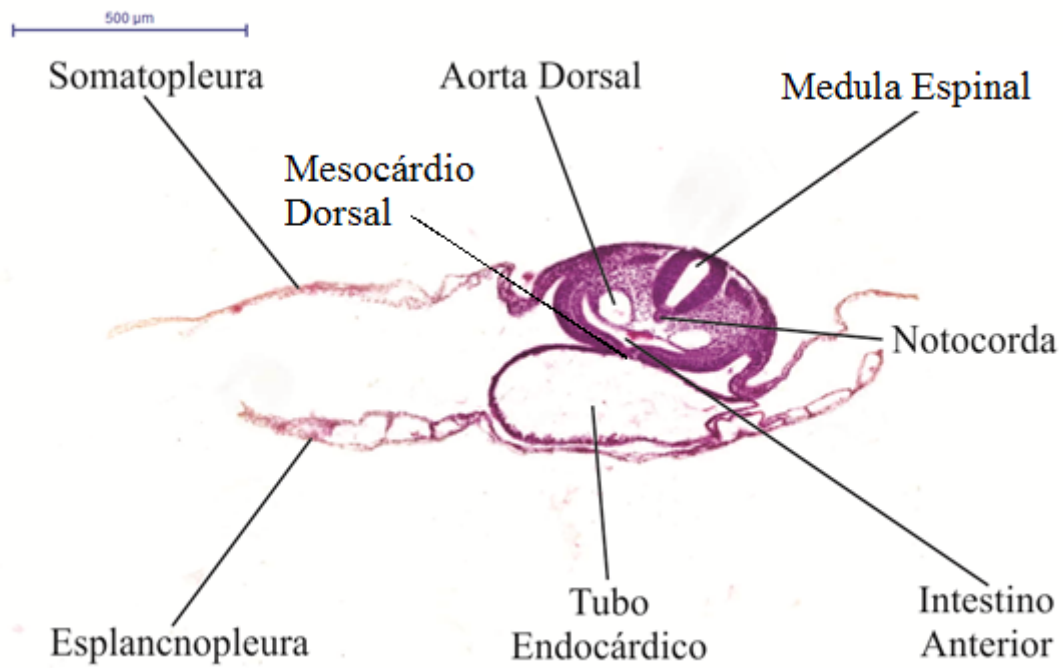


Figura 145. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 33 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

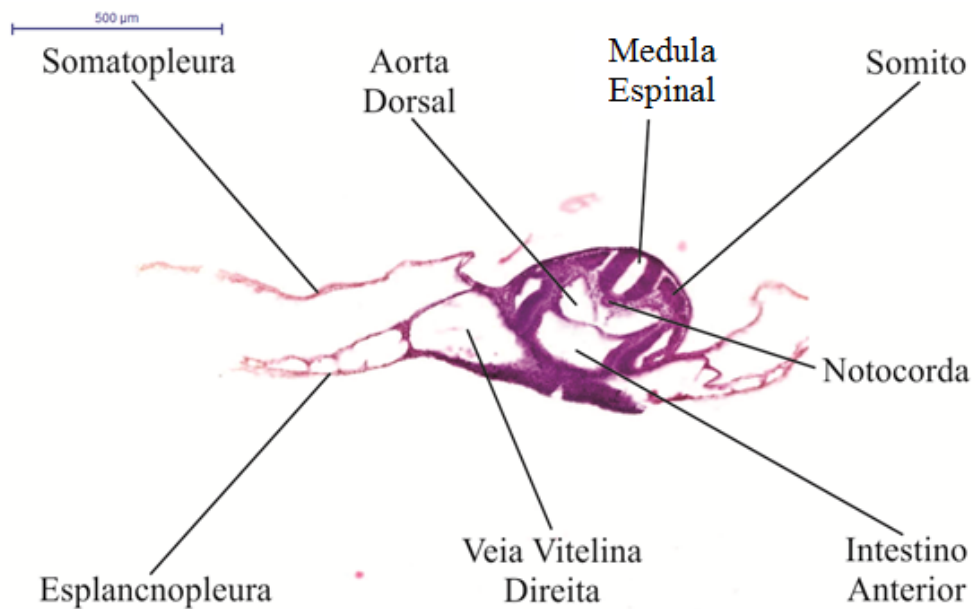


Figura 146. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 33 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

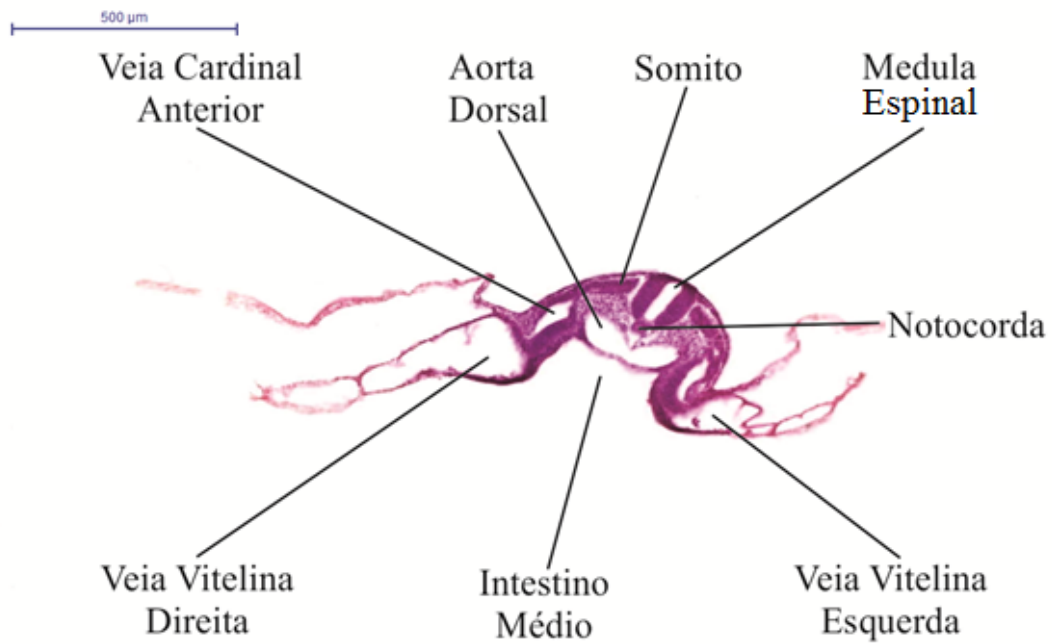


Figura 147. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 33 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

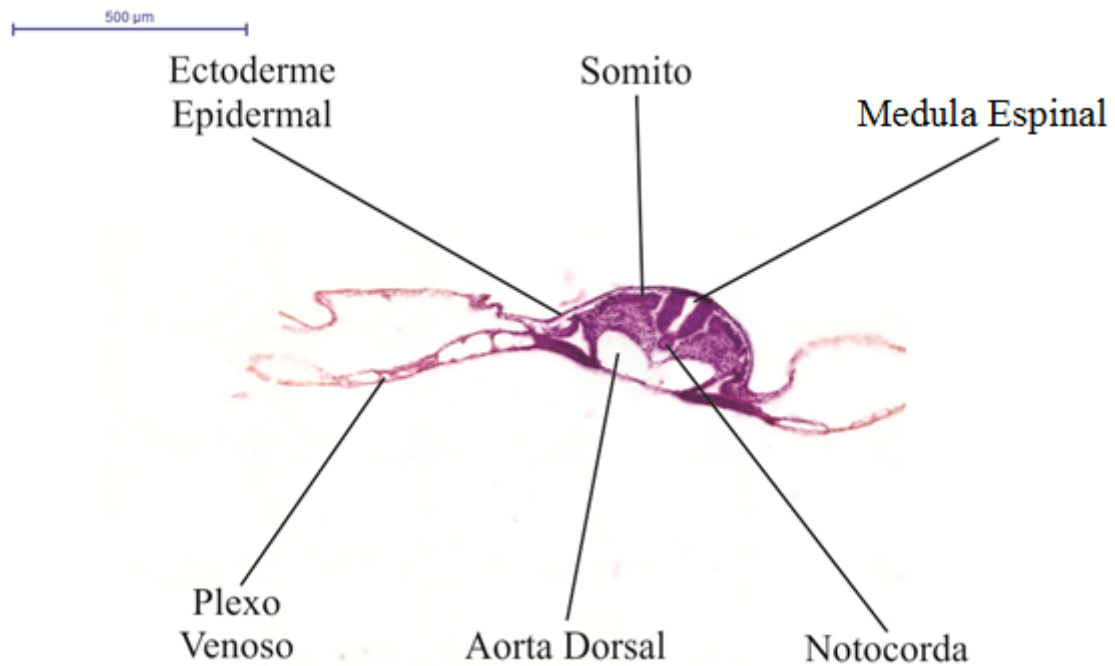


Figura 148. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 33 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

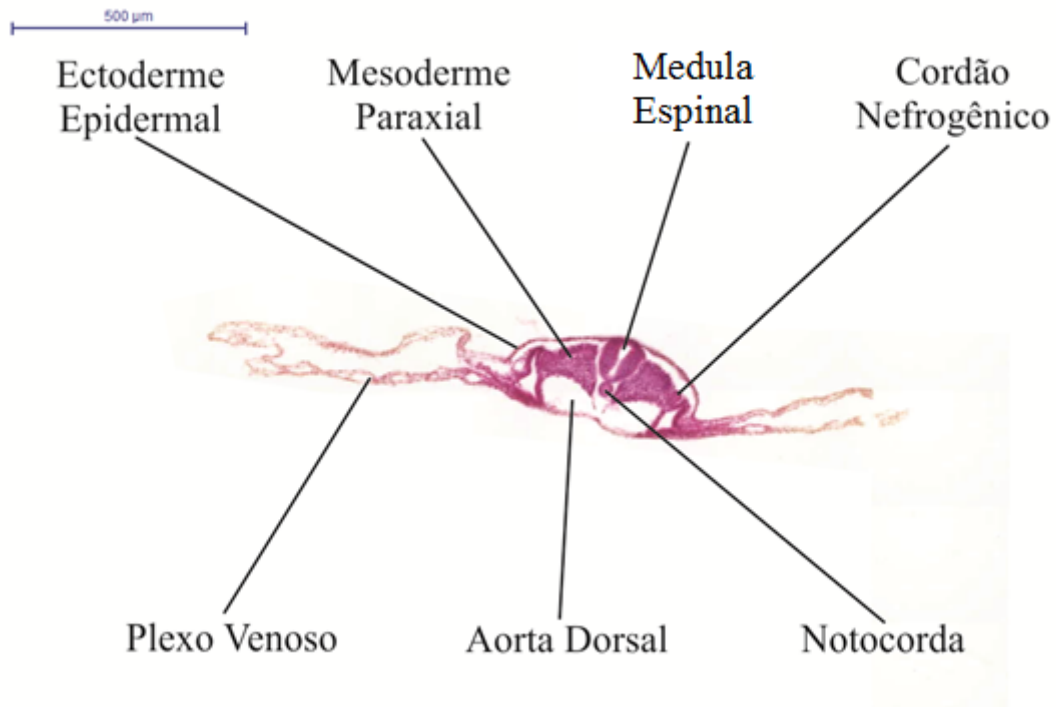


Figura 149. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 33 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

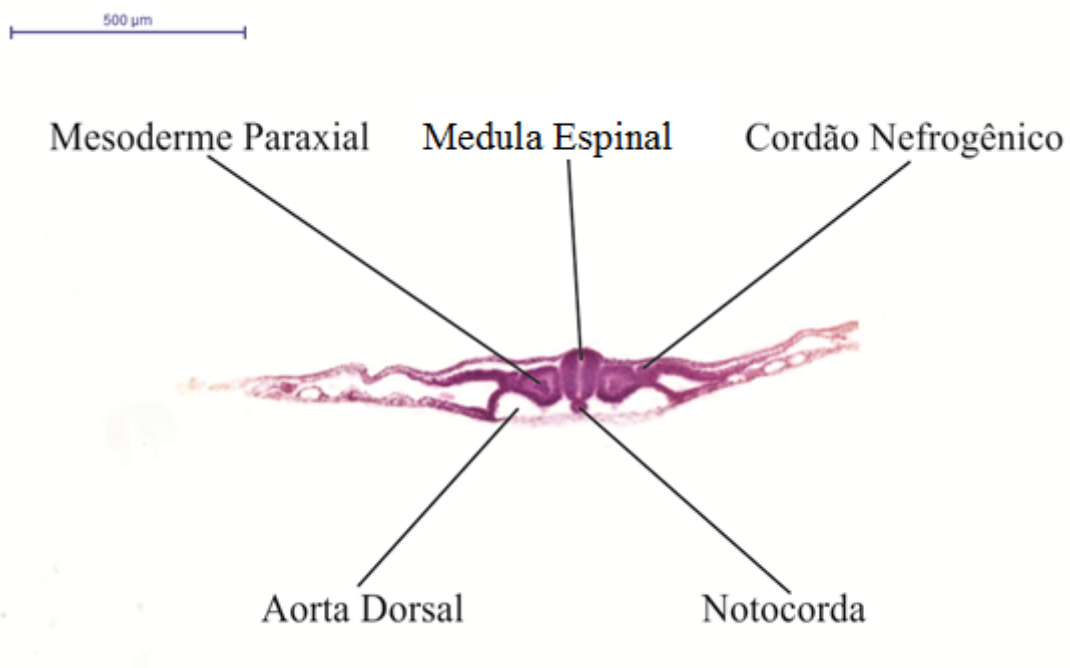


Figura 150. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 33 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

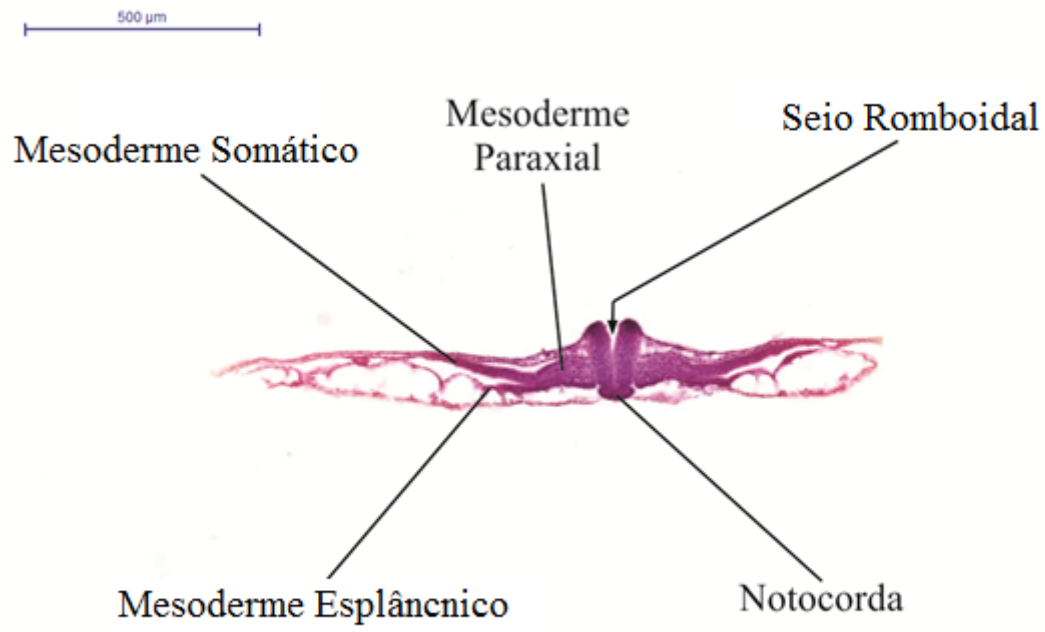


Figura 151. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 33 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

9. EMBRIÃO DE GALINHA COM 48h DE INCUBAÇÃO

Ao longo do desenvolvimento, o embrião sofre **torções** e **flexuras**. Ademais, o número de células aumenta e é possível constatar isso ao observar a maior opacidade do embrião de 48h em relação ao de 33h.

Em relação à formação do Sistema Nervoso, as vesículas encefálicas primárias subdividem-se originando as **vesículas encefálicas secundárias**, com a separação do prosencéfalo em telencéfalo e diencefalo, do rombencéfalo em metencéfalo e mielencéfalo. Apenas o mesencéfalo não sofre uma subdivisão.

Quanto à formação do olho, uma nova estrutura poderá ser identificada nesse estágio do desenvolvimento: a **vesícula do cristalino**. Ela foi formada a partir da indução do ectoderme epidermal pelo epitélio neural da vesícula óptica, ocasionando na invaginação desse ectoderme e transformação da vesícula óptica em cálice óptico.

Com o progressivo crescimento da futura região encefálica do embrião, ocorrem flexuras. A **flexura cefálica** aparece entre o mesencéfalo e o diencefalo (por essa razão, pode ser chamada também de mesencefálica) e ocasiona uma aproximação entre o telencéfalo e o rombencéfalo. A **flexura cervical** acontece entre o rombencéfalo – agora, região do mielencéfalo – e a medula espinal. Já a **flexura pontina**, ocorre no teto do rombencéfalo e causa um afilamento dessa estrutura.

As movimentações do embrião não se restringem a essas. A torção inicia-se na porção cefálica do embrião, portanto, é possível que ela não tenha sido completada em cortes mais caudais. O embrião, que antes estava com sua face ventral apoiada no saco vitelínico, começa a se torcer de modo que o lado esquerdo fica em contato com o saco vitelínico e o lado direito fica em seu oposto. Esse acontecimento é importante, inclusive, para a flexão do embrião, dado que o saco vitelínico atua como uma barreira física e a torção libera espaço para o movimento. Saber esses processos auxilia a identificação dos cortes seriados, possibilitando a percepção da posição do embrião e das estruturas estudadas.



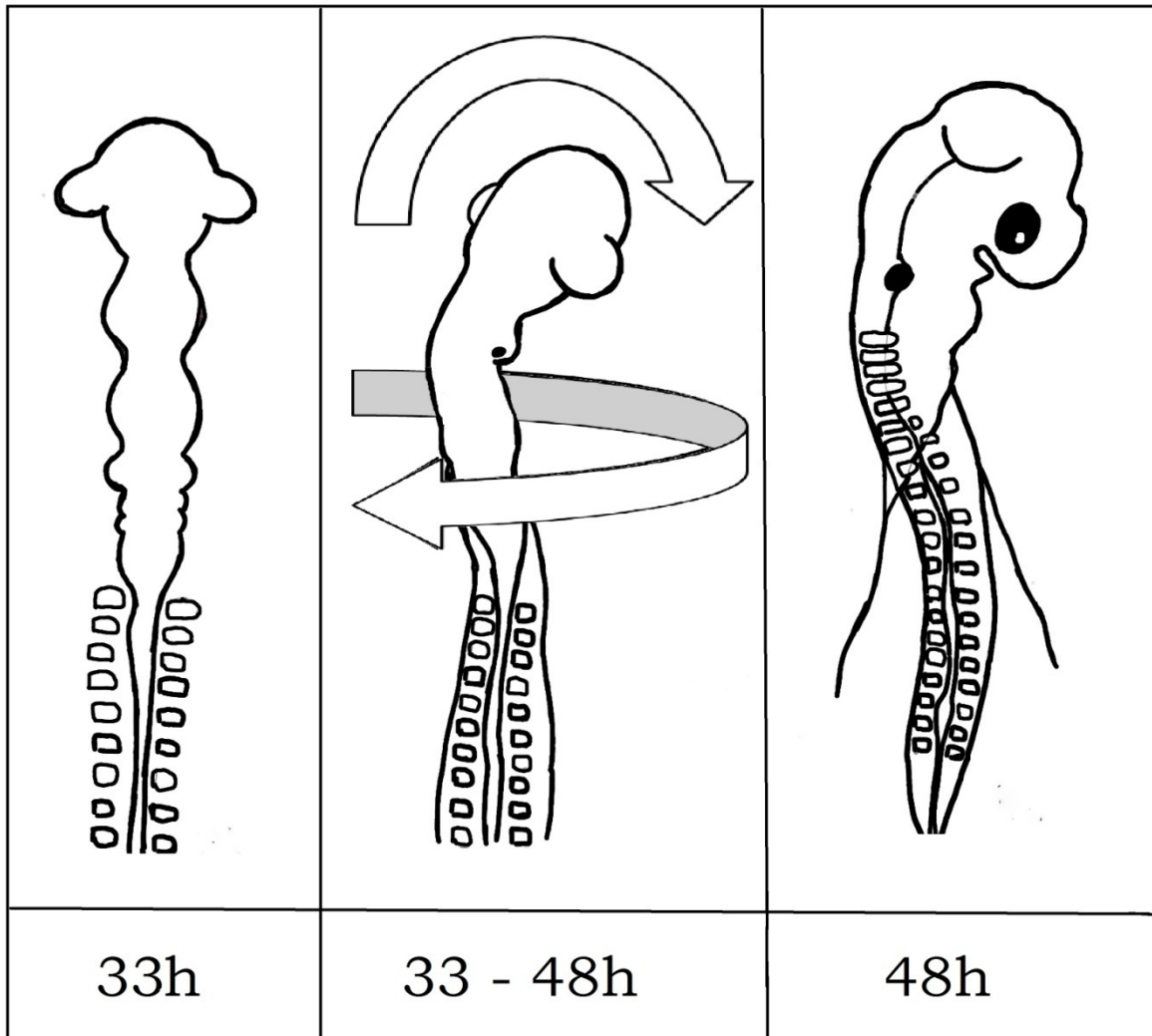


Figura 152. Ilustração esquematizando a flexão e torção sofridas pelo embrião entre 33 e 48h de incubação. O esquema não apresenta todas as estruturas contidas pelo embrião nem o número de somitos.

O sistema cardiovascular também está sendo acometido por inúmeras mudanças. O **Tubo Endocárdico Único** está preso apenas pelo **mesocárdio dorsal** após o rompimento do mesocárdio ventral. Isso permite, e de certa forma direciona, a sua torção até atingir o formato que é observado no embrião com 48h de incubação. Esse processo leva a região atrial para a esquerda, enquanto a ventricular se posiciona à direita e inferior à atrial. Ademais, formam-se 4 câmaras cardíacas ainda não septadas: **bulbo cardíaco**, **ventrículo**, **átrio** e **seio venoso**.

Os batimentos cardíacos são mais eficazes nesse momento, e a circulação embrionária foi estabelecida. Apesar de o sangue mais nutritivo e oxigenado - que vem do vitelo pelas veias vitelínicas - e o sangue pobre em oxigênio e nutrientes se

misturarem no coração, ele ainda possui quantidades suficientes desses compostos para nutrir o embrião.

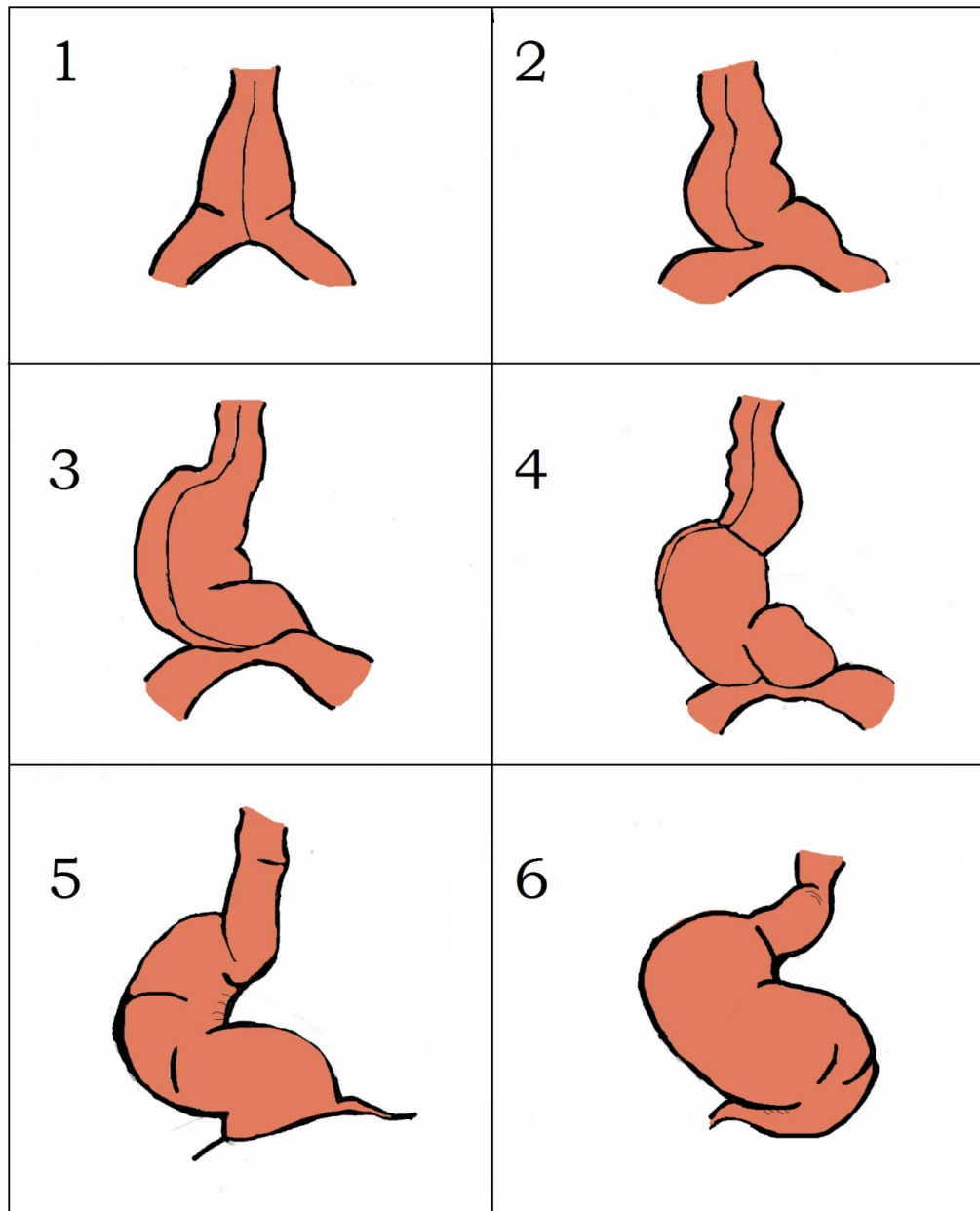


Figura 153. Representação da torção que o coração primitivo realiza no período de transição de 33 às 48h de incubação, antes de atingir o formato de alfa nas 48h. Observação ventral.

Em relação ao intestino anterior, apresentam-se duas estruturas distintas: a **faringe** e o **esôfago**. O mesoderme da parte interna da faringe forma os **arcos faríngeos**.

Outra alteração importante desse estágio ocorre no **mesoderme intermediário**: com cerca de 36h de desenvolvimento, essa região começa a se diferenciar em **pronefro**, o rim mais primitivo do embrião. Ele é formado por ductos e

túbulos pronéfricos, porém a função de filtração é bem precária. Pouco tempo depois, o pronefro começa a se degenerar e caudal a ele desenvolve-se o **mesonefro**, rim intermediário que já será observado nesse estágio do desenvolvimento.

9.1. MONTAGEM TOTAL

01) Telencéfalo: Vesícula resultante da subdivisão do prosencéfalo. Está na extremidade superior do embrião e possui a placa olfatória.

02) Diencefalo: Abaixo do telencéfalo, na região onde observam-se as vesículas ópticas. Com o passar do tempo, já é possível identificar a vesícula do cristalino nessa região.

03) Vesícula do Cristalino: Será possível de observar neste corte como sendo uma estrutura de aparência oval e mais clara, dentro do esboço do olho – mais escuro – e na região do diencefalo.

04) Mesencéfalo: O mesencéfalo não sofreu grandes modificações desde o período analisado anteriormente. Agora, seu posicionamento devido às flexuras fará com que seja a primeira vesícula encefálica a ser observada nos cortes transversais. Está mais nitidamente separado do diencefalo e do mielencéfalo.

05) Istmo rombencefálico: É uma pequena depressão entre o mesencéfalo e o metencéfalo e caracteriza a junção do encéfalo médio com o encéfalo posterior.

06) Metencéfalo: É a vesícula encefálica logo abaixo do mesencéfalo e superior ao mielencéfalo.

07) Mielencéfalo: Vesícula encefálica mais inferior. Nesse estágio já é possível ver a vesícula auditiva nessa região. O teto do mielencéfalo é mais fino que suas demais paredes devido à flexura pontina.

08) Vesícula auditiva/ótica: Pequena forma circular e mais escura que ajudará a identificar o mielencéfalo nos cortes seriados. É importante na formação da orelha.

09) Medula espinal: Não é possível observar grandes alterações na montagem total. Estende-se caudalmente a partir do final do mielencéfalo e é acompanhada em suas laterais pelos somitos.

10) Flexuras: Ocorrem devido ao grande crescimento do encéfalo e ocasionam uma separação mais nítida entre as vesículas encefálicas.

- a. **Cefálica:** Flexura entre o mesencéfalo e o diencéfalo.
- b. **Pontina:** Na região do rombencéfalo, causa afilamento do seu teto.
- c. **Cervical:** Entre o mielencéfalo e a medula espinal.



Figura 154. Montagem total de embrião com 48 horas de incubação. Corada com Hematoxilina. Aumento de 42x.

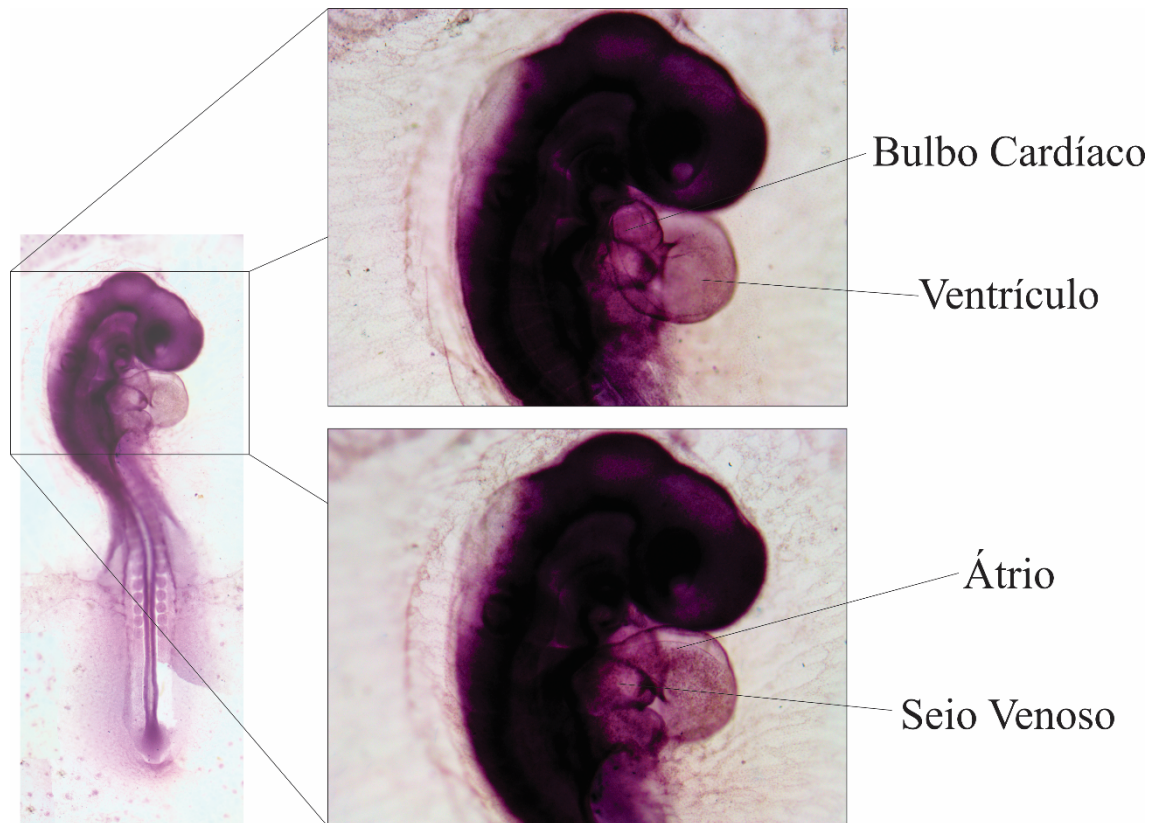


Figura 155. Corte histológico total de embrião com 48 horas de incubação, com dois focos diferentes evidenciando as câmaras cardíacas. Corada com Hematoxilina.

9.2. CORTES SERIADOS TRANSVERSAIS

Para completo entendimento destes cortes seriados, é necessária a compreensão da imagem do embrião total. Dessa forma, haverá melhor assimilação do posicionamento das estruturas estudadas após a torção e flexuras sofridas pelo embrião.

A partir deste estágio, as secções iniciais não são transversais, mas sim frontais, devido às flexuras cefálicas que levaram a um posicionamento diferenciado da região da cabeça. Apenas os cortes que passam pelo corpo do embrião são transversais.

01) Mesencéfalo: Será a primeira vesícula encefálica a ser vista nos cortes seriados, pois adquiriu posição mais superior após as flexuras. Sua parede é bem espessa.

02) Metencéfalo: A medida que os cortes seguem em direção caudal, outra vesícula encefálica surge: o metencéfalo. Ele poderá aparecer num corte que também tem o mesencéfalo, e será possível diferenciá-los ao observar a região do teto. O teto do metencéfalo é mais afilado em comparação com suas outras paredes e com o mesencéfalo.

03) Istmo Rombencefálico: É possível vê-lo como uma constrição entre o Metencéfalo e o Mesencéfalo.

04) Diencefalo: É uma vesícula encefálica com a luz grande e com as paredes igualmente espessas. Poderá ser reconhecida pela presença do esboço do olho, o qual está localizado na região do diencefalo, como dito anteriormente. Uma associação importante que deve ser feita é que o nervo óptico (II par de nervos cranianos) projeta-se do diencefalo no indivíduo completamente formado, fato explicado pelo desenvolvimento embrionário do olho.

05) Esboço do olho: Poderão ser observadas algumas estruturas: **vesícula do cristalino**, **retina**, subdividida em **pigmentada e neural**, havendo o **espaço intraretiniano entre elas**, **haste óptica** – a qual comunica o esboço do olho ao diencefalo – e **cálice óptico**.

06) Bolsa de Rathke: Formará a porção anterior da glândula Hipófise, também conhecida como porção secretora, e é oriunda do ectoderme epidermal.

07) Estomodeu: Região que aparece após os cortes com a Bolsa de Rathke, e quando aberta permite a comunicação da boca com o meio externo ao embrião.

08) Infundíbulo: Evaginação do diencefalo que possivelmente induziu a formação da Bolsa de Rathke e será responsável pela porção neural da Hipófise.

09) Mielencéfalo: Vesícula encefálica que apresenta o teto (placa tectal) extremamente afilado e na qual dá-se a formação das vesículas auditivas.

10) Vesícula auditiva: Oriunda do ectoderme epidermal, apresenta um relacionamento íntimo com o gânglio acústico-facial.

11) Gânglio acústico-facial: Aglomeração de células na região do mielencéfalo que é responsável pelos nervos facial (VII par) e vestibulo-coclear (VIII par). Os gânglios são formados essencialmente por células da crista neural.

12) Veia cardinal anterior: Responsável pelo retorno venoso da porção cefálica do corpo do embrião. Portanto, representa o sangue mais pobre em oxigênio. Desemboca na veia cardinal comum.

13) Notocorda: Nota-se sua presença no embrião com 48h de desenvolvimento entre as vesículas encefálicas e as estruturas originadas pelo intestino anterior nos cortes mais craniais, e anterior à medula espinal nos cortes mais caudais.

14) Arco faríngeo: É formado pela fusão média-ventral de espessamentos na parede da faringe formados entre fissuras viscerais adjacentes. Sendo assim, engloba a faringe em sua porção lateral e ventral.

15) Arco aórtico: É responsável pela irrigação dos arcos faríngeos e caracteriza a comunicação entre a aorta ventral e dorsal.

16) Faringe: Primeira diferenciação do intestino anterior que será observada. Possui a luz bem larga e sua parede contém um espessamento em contato com o primeiro arco faríngeo, o **rudimento da tireoide**.

17) Aorta dorsal: Localizada posteriormente às estruturas do intestino anterior.

18) Rudimento da tireoide: Encontra-se mais espessado que no embrião com 33h de desenvolvimento. Localiza-se na altura do segundo par de arcos faríngeos.

19) Saco vitelínico: Sua membrana é observada no lado esquerdo do embrião, devido à torção.

20) Âmnio: É observado revestindo a cabeça do embrião. Assim como o córion, é formado por somatopleura extraembrionária.

21) Córion: É a membrana extraembrionária localizada no lado oposto ao do saco vitelínico, ou seja, lado direito do embrião. O córion e o âmnio formaram-se simultaneamente com o a fusão das dobras amnióticas.

22) Telencéfalo: Vesícula encefálica que formará toda a região cortical do encéfalo, no entorno do diencéfalo, e que se apresenta como uma dilatação com espessamento nas paredes laterais.

23) Placa olfatória: Espessamento da ectoderme epidermal, na altura do telencéfalo, que originará o nariz. Como explicado ao falar do olho, também é possível associar o posicionamento do nervo olfatório (I par) no telencéfalo, dada sua formação embrionária.

24) Saco aórtico: Região de confluência de todas as porções da aorta.

25) Coração primitivo: Em todas as porções do coração, primitivo podemos observar duas distinções: o **epimiocárdio**, mais externo e que é constituído por epicárdio – revestimento - e o miocárdio – camada muscular -, e o **endocárdio**, revestimento interno das cavidades cardíacas. As câmaras cardíacas são as seguintes:

- a. **Bulbo cardíaco:** Uma das primeiras câmaras que será possível observar, dado seu posicionamento superior em relação às outras. Ela está ligada ao mesocárdio dorsal. Origina o ventrículo direito.
- b. **Ventrículo primitivo:** Câmara cardíaca inferior ao bulbo cardíaco. Origina o ventrículo esquerdo.
- c. **Átrio primitivo:** Pode ser feito o questionamento da razão dessa região aparecer em cortes com o bulbo cardíaco, sendo que elas não estão conectadas diretamente. A questão é resolvida ao recordar o processo de torção do coração, no qual a região atrial projeta-se cada vez mais superiormente e adquire uma altura próxima ao bulbo cardíaco. No entanto, não é feita nenhuma confusão entre essas duas, devido às seguintes diferenças: o bulbo cardíaco e o seio venoso são as únicas câmaras ligadas ao mesocárdio dorsal, portanto, o átrio não aparecerá conectado a ela; o átrio, devido à rotação, está localizado à esquerda no embrião, enquanto o bulbo cardíaco localiza-se à direita.

d. Seio venoso: Ligado ao mesocárdio dorsal, essa câmara é vista em secções mais inferiores e localiza-se, também, à esquerda no embrião. É a única câmara cardíaca em que o endocárdio e o epimiocárdio estão fundidos.

26) Aorta descendente: Surge devido à fusão das aortas dorsais na altura da flexura cervical.

27) Medula espinal: Vê-se que a luz da medula espinal é muito mais estreita que a das vesículas encefálicas. Ela tende a afilar cada vez mais ao longo do desenvolvimento embrionário e fetal.

28) Somito: É notável a subdivisão do somito em três partes: **Dermátomo**, externo e de tonalidade mais escura e roxa, próximo à ectoderme epidermal, formará a derme. **Miótomo**, bem próximo ao dermatomo, com tonalidade mais clara e rosa, formará os músculos axiais. Em cortes mais inferiores, ainda não houve a separação entre esses dois e a estrutura observada será o **dermomiótomo**. Por fim, tem-se o **esclerótomo**, porção já mais distante das outras duas e que terá íntimo contato com a medula espinal, em volta da qual dará origem às vértebras.

29) Esôfago: Próxima diferenciação do intestino anterior que será observada. É possível notar a transição da faringe para o esôfago porque este apresenta a luz mais estreita e a parede bem espessa.

30) Cavidade pleural: É a cavidade que circunda o esôfago.

31) Rudimento do fígado: É um divertículo formado a partir da endoderme que reveste o intestino anterior.

32) Veia cardinal comum: União das veias cardinal anterior e posterior, que permitirá que ambas desemboquem juntas na região sinoatrial do coração.

33) Veia cardinal posterior: Responsável pelo retorno venoso da porção caudal do corpo do embrião.

34) Veias vitelínicas: Captam alimento e oxigênio do saco vitelínico e levam para o embrião. É importante salientar que nos embriões de mamíferos, o saco vitelínico é reduzido e possui maior importância até a fase de gastrulação antes da formação da

placenta, quando a sua função é substituída por ela e a fusão do alantoide ao ducto vitelínico (veias e artérias vitelínicas) formam o cordão umbilical.

35) Saco vitelínico: Provém nutrientes para o embrião.

36) Entrada do intestino anterior/intestino médio: É a região logo abaixo do intestino anterior que ainda está aberta e em contato com o saco vitelínico.

37) Mesonefro: O mesonefro caracteriza-se por duas partes: os **ductos mesonéfricos** e os **túbulos mesonéfricos**. Seu desenvolvimento ainda é muito precário nesse estágio e é apenas um rim transitório. É possível notar sua íntima associação com a veia cardinal posterior.

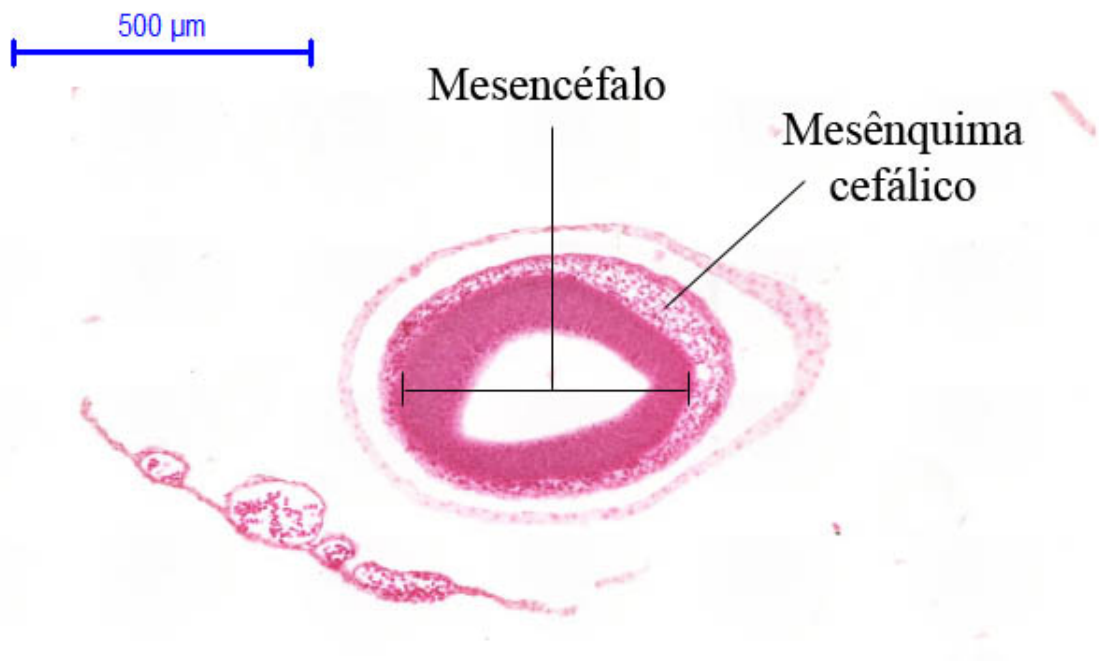


Figura 156. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 48 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

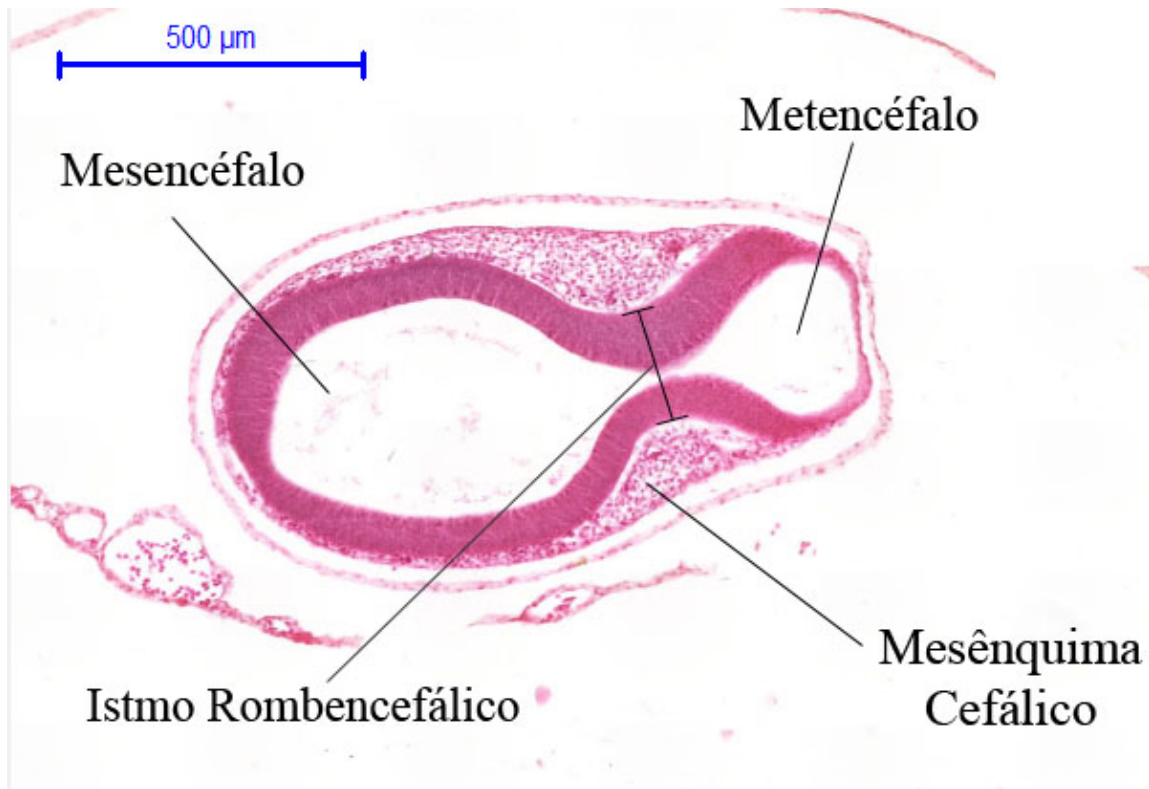


Figura 157. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 48 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

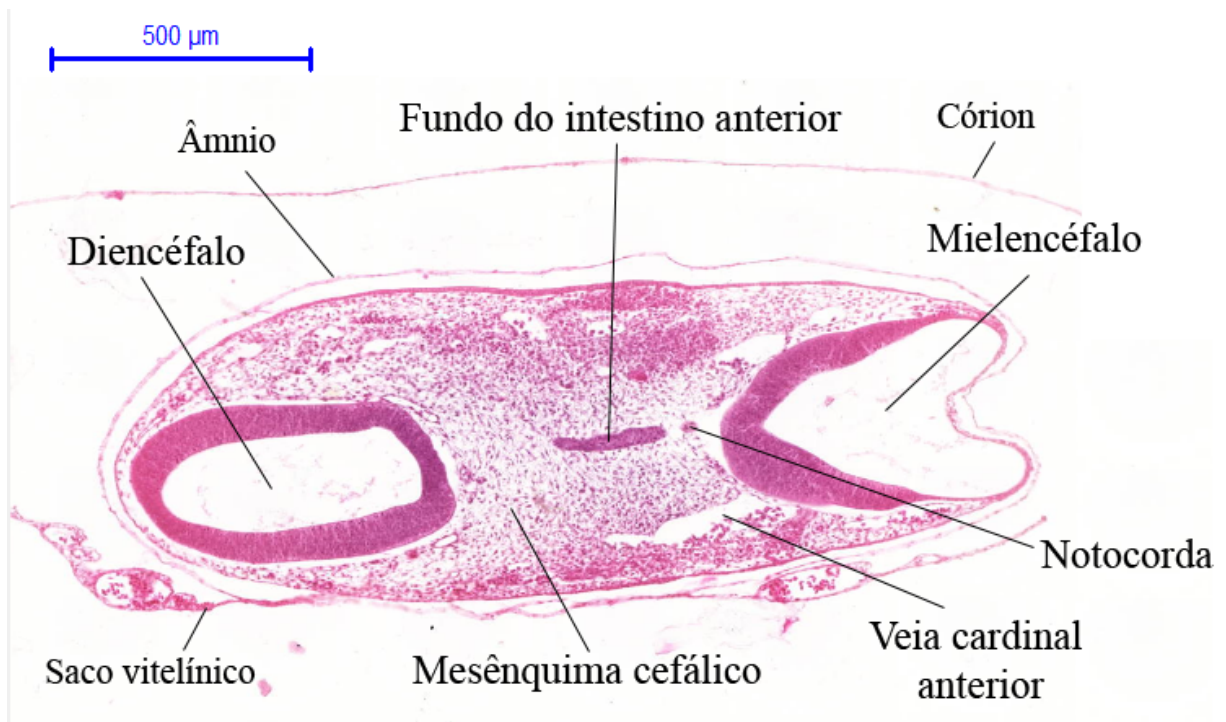


Figura 158. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 48 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

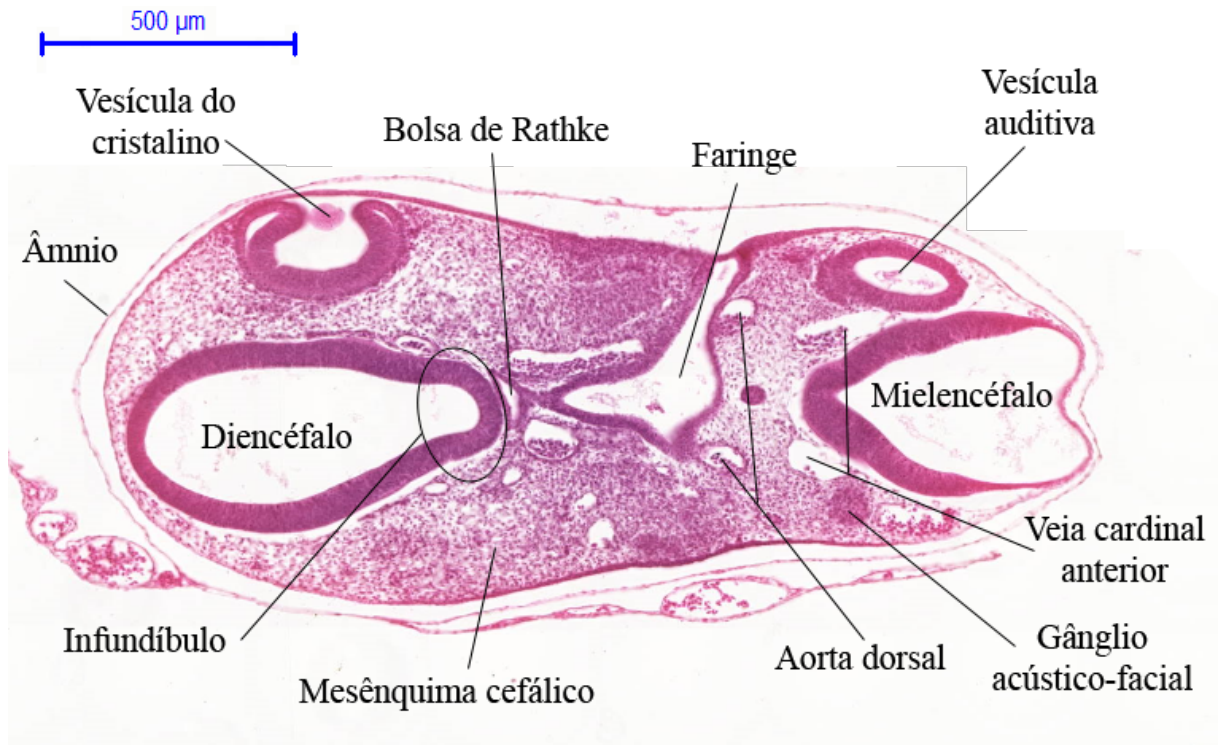


Figura 159. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 48 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

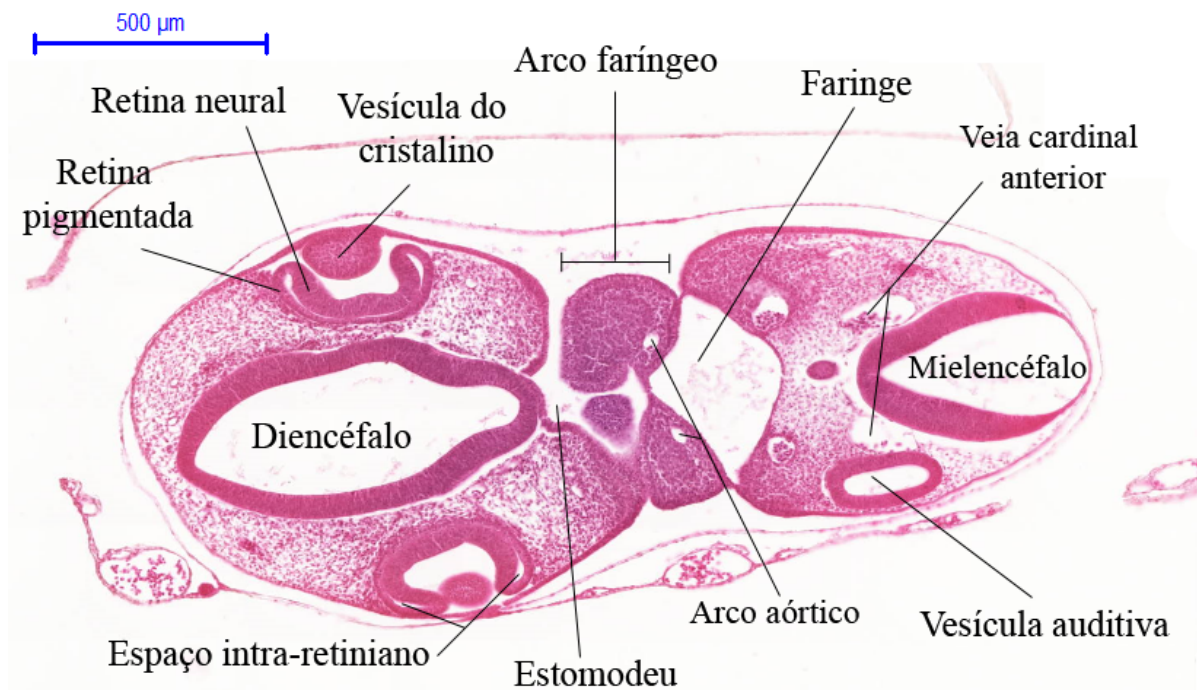


Figura 160. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 48 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

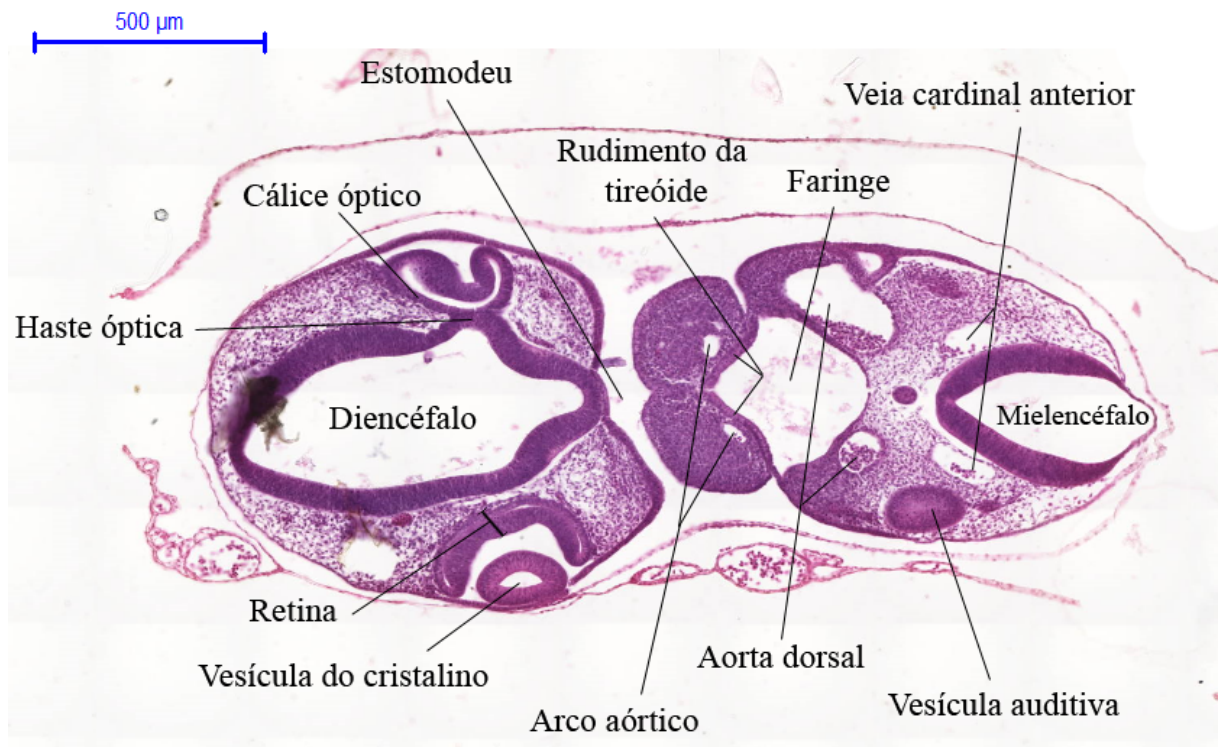


Figura 161. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 48 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

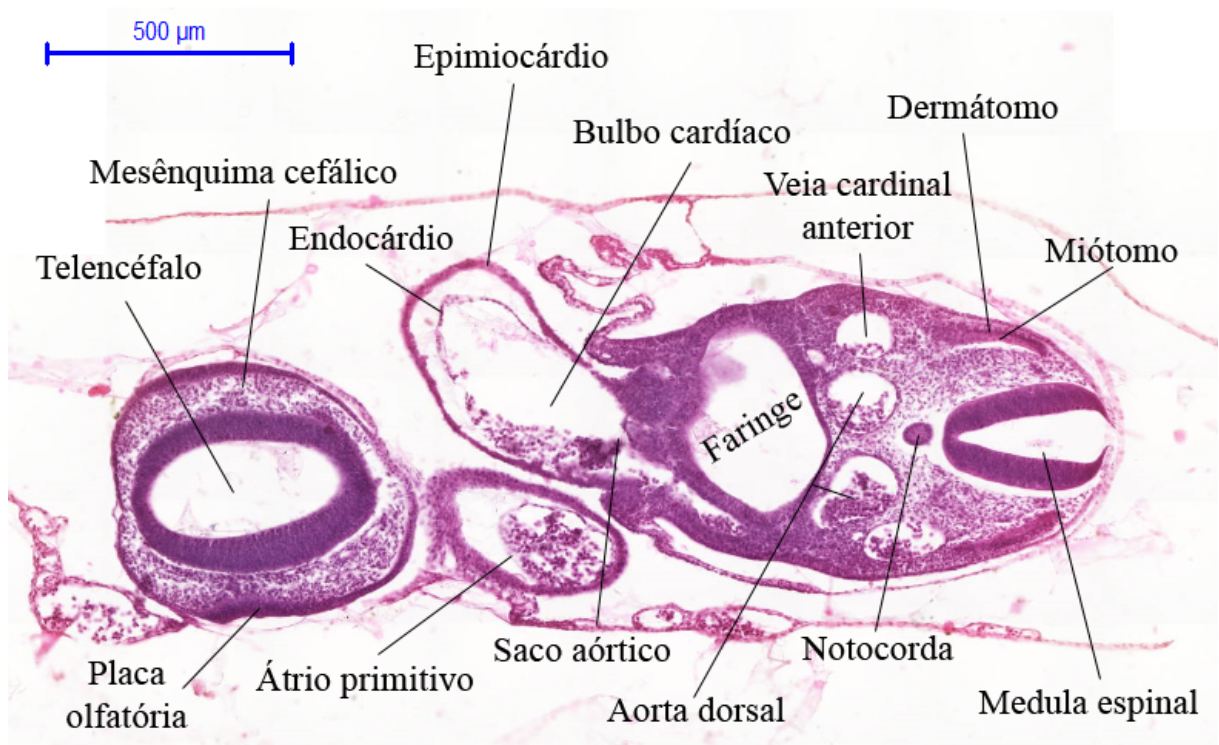


Figura 162. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 48 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

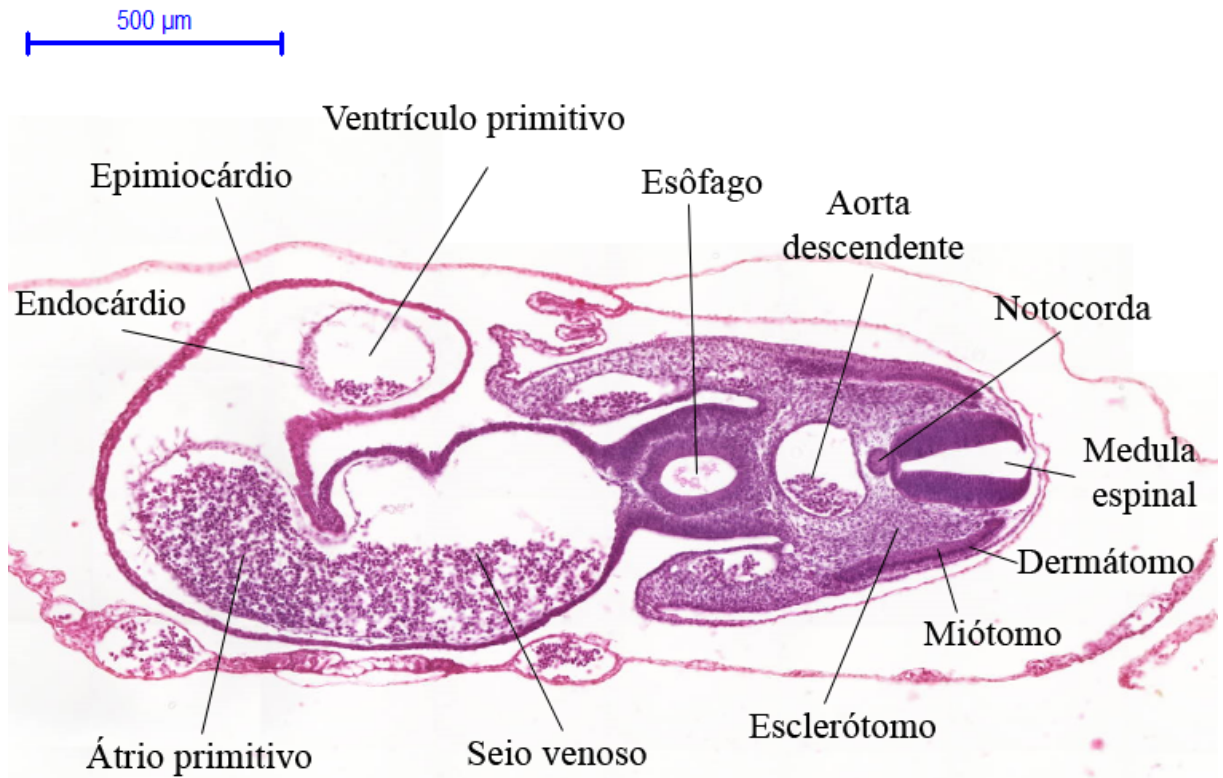


Figura 163. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 48 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

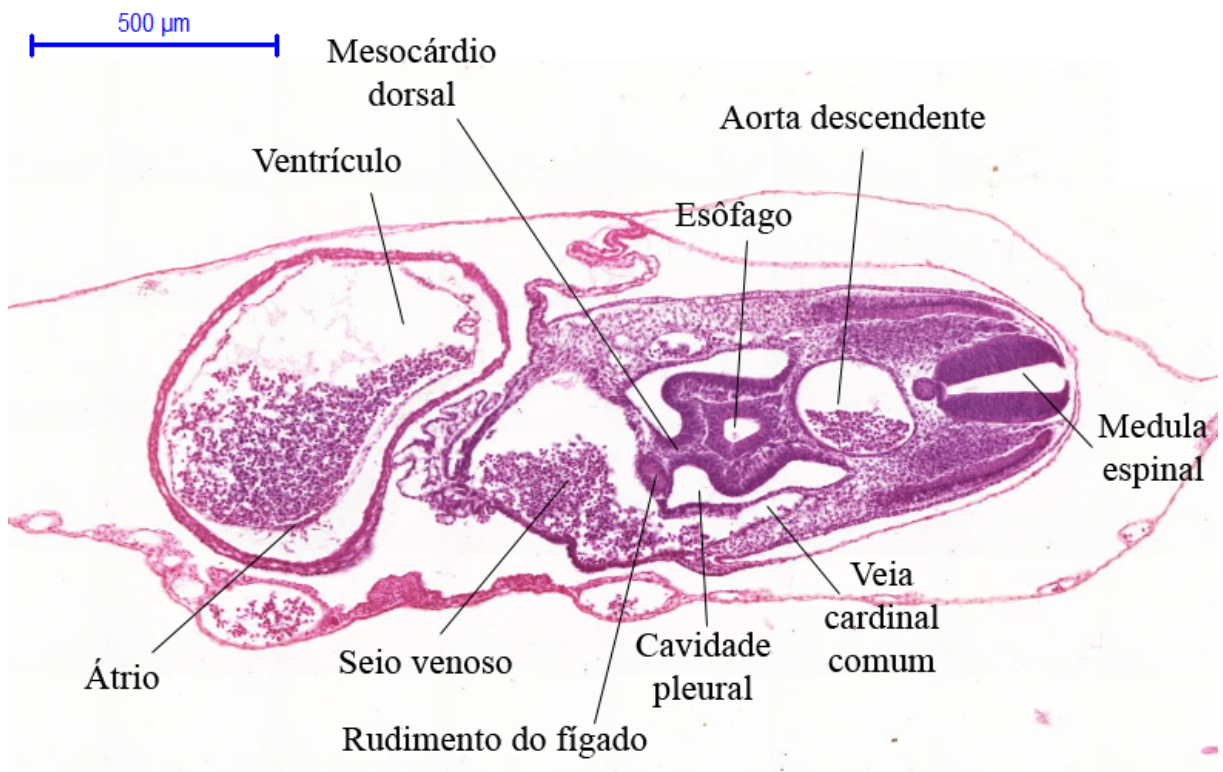


Figura 164. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 48 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x.

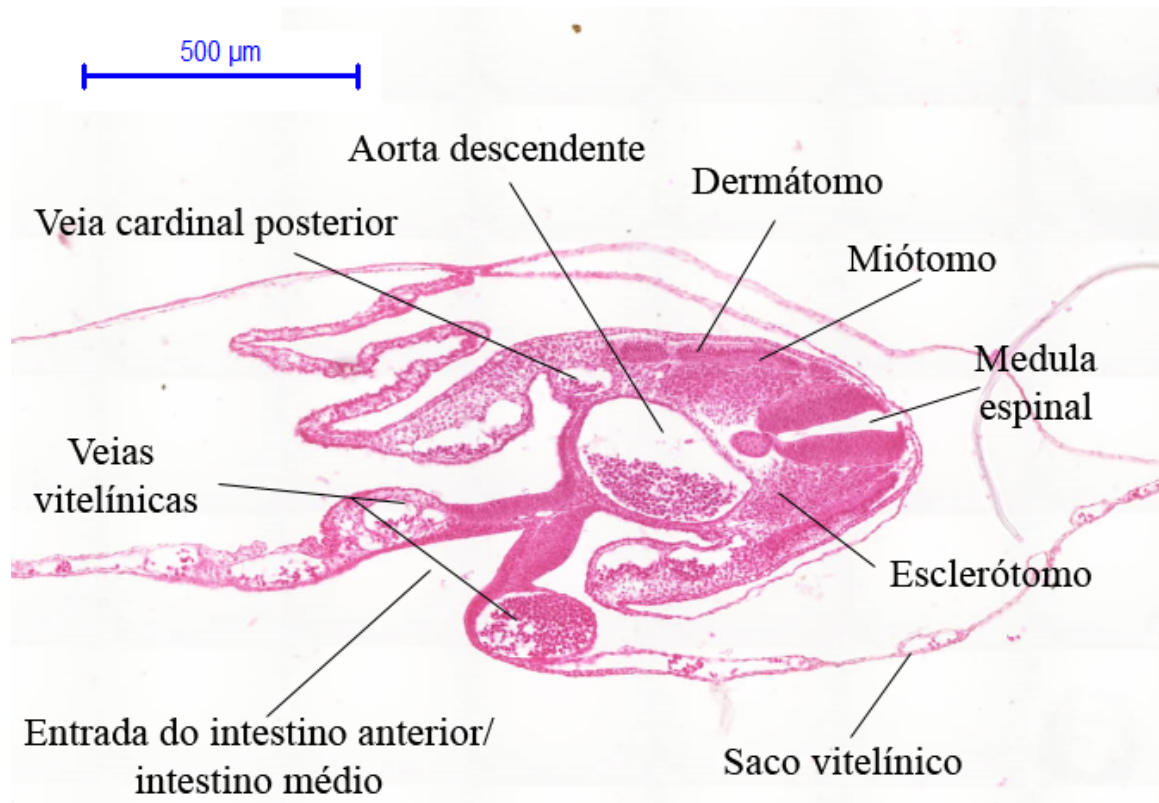


Figura 165. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 48 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 50x

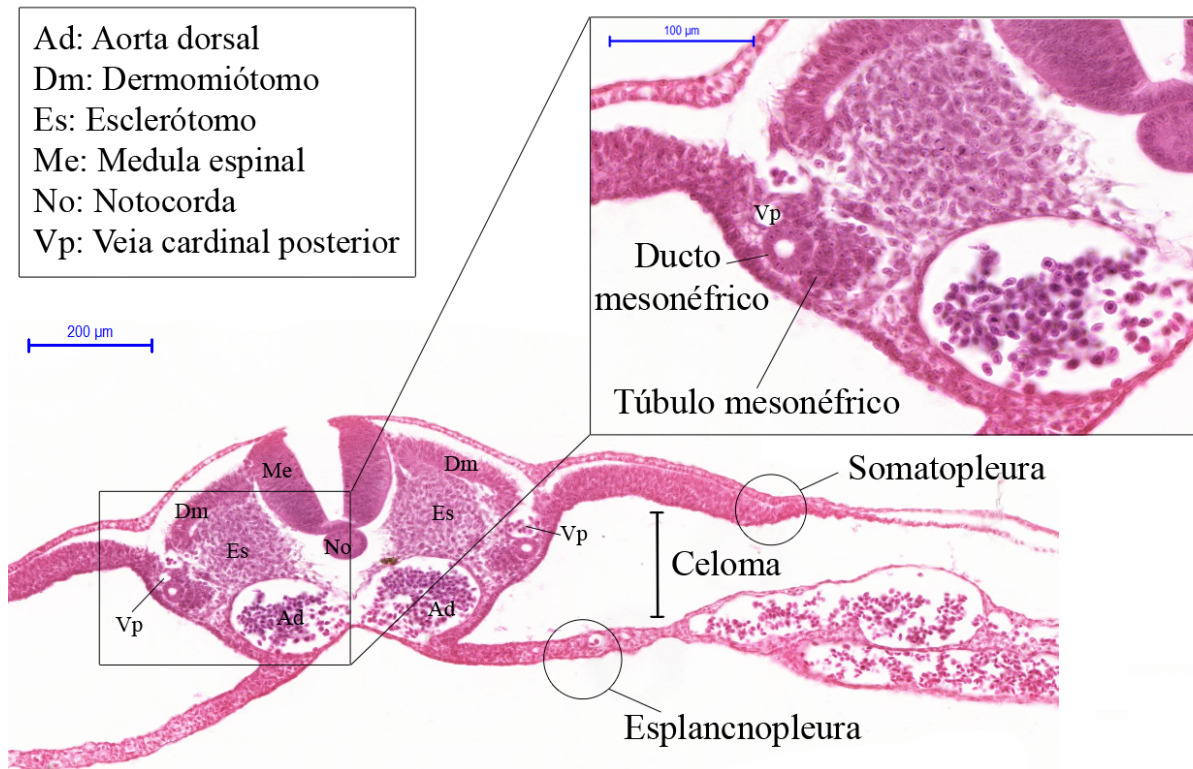


Figura 166. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 48 horas de incubação, com foco no ducto e túbulo mesonéfrico. Corado em HE. Aumentos de 100x e de 300x na região em detalhe.

10. EMBRIÃO DE GALINHA COM 72h DE INCUBAÇÃO

A **torção** já foi quase completada no embrião de galinha com 3 dias de desenvolvimento, ou seja, boa parte dele se encontra com sua face esquerda apoiada sobre o saco vitelínico. Em relação à **flexão**, nota-se que ela está ainda mais acentuada, causando a aproximação gradual da cabeça com a cauda do embrião, além de permitir sua separação do vitelo nessas regiões.

O Sistema Nervoso do embrião apresenta-se ainda mais complexo e diferenciado. O **telencéfalo** desenvolve duas vesículas laterais, chamadas de vesículas telencefálicas, as quais darão origem aos hemisférios cerebrais direito e esquerdo. O **diencéfalo**, devido ao estreitamento da comunicação com o esboço do olho, está ligado a ele apenas pela **haste óptica**. Já o **mesencéfalo** apresenta apenas espessamento de suas paredes laterais, sem outras alterações significativas. O **metencéfalo** também não sofre muitas modificações, e a única visível na região do **mielencéfalo** é um afilamento ainda mais agravado de sua parede e separação da **vesícula auditiva** do ectoderme de revestimento. Há também a formação de **gânglios** a partir da agregação de células da porção cefálica da crista neural, dentre eles, o **gânglio acústico-facial** – já citado -, o **superior** e o **semilunar**.

As **dobras cefálica** e **laterais** já haviam sido observadas, no entanto, é apenas no embrião de 72h que a **dobra caudal** passa a ser percebida. Seu principal efeito é a delimitação do **intestino posterior**.

Outra alteração que ocorre no sistema digestivo é diferenciação do intestino anterior em quatro porções: **faringe**, **esôfago**, **estômago** e **duodeno**. O esôfago se estabelece concomitantemente com a formação da **traqueia** e o **broto dos pulmões**. Esse processo se dá a partir da formação do divertículo laringotraqueal no intestino anterior. Ele se alonga e separa do tubo digestivo, exceto em sua porção mais cefálica, onde a conexão entre essas duas partes forma, posteriormente, a **laringe**. Assim, esse divertículo que se alongou origina a traqueia e a região do intestino primitivo na mesma altura passa a constituir o esôfago. Quanto ao broto dos pulmões, seu desenvolvimento ocorre a partir da bifurcação da traqueia após seu crescimento caudal. É importante ressaltar, também, a **ruptura da membrana bucofaríngea**, permitindo, finalmente, a



comunicação da cavidade oral com a faringe do embrião.

Por fim, no terceiro dia de desenvolvimento, inicia-se a formação do **pâncreas**. Apenas um dos três brotos surge nesse momento, o broto médio-dorsal, na mesma região do intestino que o fígado se forma.

Neste embrião, notam-se 4 **arcos faríngeos**; o primeiro deles origina o arco mandibular, o qual possui duas divisões: o **processo maxilar**, que formará a maxila e boa parte das bochechas; e o **processo mandibular**, que formará a mandíbula propriamente dita.

Um processo muito marcante deste estágio é a formação dos **brotos dos membros superiores e inferiores**. Os superiores se desenvolvem na altura entre o 17º e o 19º pares de somitos; os inferiores, entre 26º e 32º pares. No total, existem 35 a 36 pares de somitos no embrião com 72h de incubação.

Em relação ao sistema cardiovascular, a circulação funciona em três eixos: a aquisição de alimento pelo saco vitelínico por meio das veias vitelínicas; a coleta do sangue oxigenado no alantoide com a extração de oxigênio do meio externo; e a distribuição desses dois elementos para o corpo do embrião por meio dos ramos da aorta, com subsequente coleta pelas veias cardinais.

O **coração**, órgão central desse sistema, adquire sua forma e posição características de adulto nessa fase. Isso se deve, também, às movimentações do embrião, que liberam espaço na região ventral do coração para que ele termine seu processo de torção e acomodação. Ademais, ocorre o espessamento do **epimiocárdio**, que logo se subdivide em **miocárdio**, muscular, e **epicárdio**, revestimento externo.

É imprescindível ter em mente que apesar de sua funcionalidade nesse período de incubação, a circulação é bem diferente de um animal adulto. Isso se deve às necessidades distintas de cada fase; por exemplo, para o embrião, o pulmão não possui muita utilidade, portanto, existem certos desvios de sangue que levam os nutrientes para outros órgãos mais importantes nesse momento. O saco vitelínico e o alantoide, por outro lado, são duas estruturas essenciais durante o período de desenvolvimento pré-natal.

A formação do **alantoide**, que ainda não havia sido discutida, inicia-se no terceiro dia de incubação com o aparecimento de um divertículo na parede do intestino posterior. Dessa forma, ainda estará pequeno e pouco visível.

O sistema urinário, neste estágio, conta com o **mesonefro** para realizar certa filtração sanguínea; as excretas oriundas desse processo são conduzidas até o alantoide para armazenamento.

10.1. CORTE SAGITAL

Pode parecer um pouco difícil diferenciar as vesículas encefálicas neste corte, porém, basta atentar-se às constrições para conseguir traçar uma delimitação entre elas.

01) Telencéfalo: Neste momento, devido à acentuação das flexuras, o telencéfalo localiza-se ventralmente ao coração. É a vesícula mais rostral e é separada do diencéfalo pela primeira constrição observada.

02) Diencéfalo: Na região do diencéfalo, entre a primeira e a segunda constrições, localizam-se duas estruturas que merecem atenção: a **epífise**, ou glândula pineal, e o **infundíbulo**, o qual formará a porção neural da hipófise. Nota-se, neste corte, a proximidade entre o infundíbulo e a **Bolsa de Rathke**, a qual aparece como uma pequena projeção ectodérmica na região do estomodeu e é responsável pela formação da porção secretora da hipófise. Além da epífise e hipófise, o diencéfalo também origina o tálamo, o epitálamo e hipotálamo do adulto.

03) Mesencéfalo: Localiza-se entre a segunda e a terceira constrições. A constrição que separa o mesencéfalo do metencéfalo é denominada **istmo rombencefálico**.

04) Metencéfalo: Após o istmo rombencefálico, observa-se uma vesícula encefálica que possui ondulações em sua parede. Essa vesícula é o **metencéfalo** e as ondulações são os **neurômeros**. No adulto, o metencéfalo dá origem ao cerebelo e à ponte.

05) Mielencéfalo: É a vesícula encefálica com o teto mais fino e que faz a conexão entre o encéfalo e a medula espinal. Originará o bulbo, também chamado de medula oblonga.

06) Medula espinal: Na **Figura 167**, a medula espinal é observada em dois diferentes planos de corte: um sagital, apontado na Figura 167 como **medula espinal (início)** e um transversal, apontado como **medula espinal (transversal)**. A

aparição de uma estrutura no plano transversal, apesar do corte sagital do embrião, ocorre devido à flexão caudal.

07) Coração primitivo: Nesta lâmina estão apresentadas três câmaras do coração primitivo: o **átrio**, o **seio venoso** e o **ventrículo**. O **bulbo cardíaco** não é visível neste corte, pois localiza-se à direita do átrio no embrião. Nota-se a diferença da posição das câmaras cardíacas em relação à localização inicial; neste estágio, o coração está avançado em sua torção e quase com o formato final.

08) Aorta descendente: Grande vaso sanguíneo formado pela fusão das aortas dorsais. É vista anterior (à direita) aos somitos e posterior (à esquerda) às estruturas do intestino primitivo.

09) Somitos: Parecem pequenos retângulos e acompanham intimamente a medula espinal em toda sua extensão. Nesse estágio do desenvolvimento, o embrião de galinha possui 35 a 36 pares de somitos.

10) Notocorda: A **notocorda** aparece como uma estrutura cilíndrica e alongada que se estende até a região do infundíbulo. Devido ao dobramento cefálico do embrião, a notocorda será vista de duas maneiras distintas nos cortes transversais, que serão discutidos posteriormente.

11) Faringe: Pode ser vista no corte transversal logo após o **estomodeu** e em contato com o **arco mandibular**.

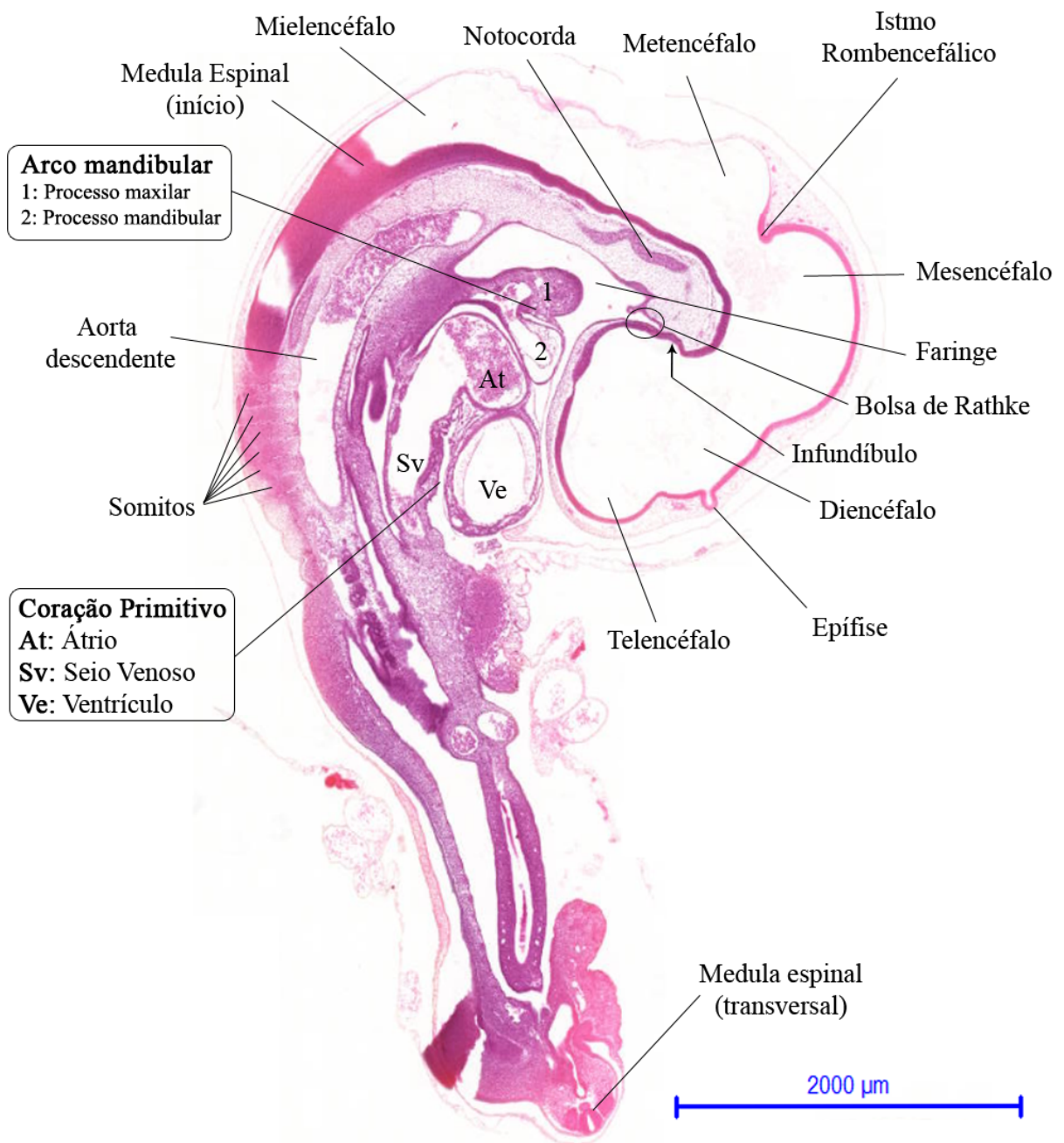


Figura 167. Corte histológico sagital de embrião de galinha com 72h de incubação. Corado em HE. Aumento de 10,81x.

10.2 CORTES SERIADOS TRANSVERSAIS

01) Mesencéfalo: Vesícula encefálica com o aspecto bem arredondado.

02) Metencéfalo: Vesícula encefálica que está entre o mesencéfalo e o mielencéfalo.

03) Mielencéfalo: Devido à flexura cranial, o mielencéfalo está cortado no plano frontal. Essa vesícula encefálica possui o teto afilado e as paredes laterais mais espessas. É possível observar o desenvolvimento das **vesículas auditivas** ou **otocistos**. Além disso, apresenta ondulações em suas paredes denominadas **neurômeros**.

04) Mesênquima cefálico: Massa irregular de células que está associada à região cefálica do embrião.

05) Gânglio superior: Aglomerado de células da crista neural que forma uma estrutura mais corada e arredondada. Localiza-se, nas **Figuras 168 e 169**, à direita da vesícula auditiva e corresponde ao gânglio do IX nervo craniano.

06) Gânglio semilunar: Também formado a partir de células da crista neural. Localiza-se próximo aos neurômeros do metencéfalo e corresponde ao gânglio do V nervo craniano.

07) Gânglio acústico-facial: Duas densas massas de células oriundas da crista neural e que formarão os VII e VIII nervos cranianos. Esse gânglio localiza-se muito próximo às vesículas auditivas.

08) Âmnio: É a membrana que reveste o embrião completamente.

09) Córion: O córion é a membrana que é vista do lado direito do embrião nos cortes seriados transversais e o reveste mais externamente. Existe um celoma entre o âmnio e o córion.

10) Saco Vitelínico: O saco vitelínico encontra-se em contato com o lado esquerdo do embrião, devido ao processo de torção já explicado anteriormente.

11) Ectoderme epidermal: É o ectoderme que reveste o embrião e formará a epiderme.

12) Notocorda: Devido ao dobramento do embrião, a notocorda será visualizada em diferentes planos nos cortes transversais apresentados. Dessa forma, em alguns cortes será vista como uma estrutura mais alongada (**Figura 170**), quando foi seccionada longitudinalmente, ou como uma estrutura esférica (**Figura 178**), quando foi seccionada transversalmente.

13) Veia cardinal anterior: Vaso sanguíneo que está bem próximo às vesículas auditivas e é responsável pelo retorno venoso da metade superior do embrião.

14) Estomodeu: O estomodeu separa a os derivados do primeiro arco faríngeo: o **processo maxilar** e o **processo mandibular**.

15) Bolsa de Rathke: A bolsa de Rathke está extremamente próxima ao **infundíbulo** e entre os processos maxilares.

16) Arcos faríngeos: Os arcos faríngeos localizam-se em ambas laterais da **faringe**. Nesse estágio, o embrião já formou 4 arcos faríngeos, sendo que o 1º deles, também chamado de **arco mandibular**, subdividiu-se em **processo maxilar** e **processo mandibular**. Os arcos faríngeos são irrigados pelos **arcos aórticos**, ramificações da aorta dorsal, que aparecem como pequenas circunferências brancas no meio dos arcos faríngeos. Entretanto, já não é mais possível observar o arco aórtico do primeiro arco faríngeo. **fenda faríngea**

17) Artéria carótida interna: Formada a partir dos ramos dorsais que se estendem a partir do primeiro arco aórtico, o qual, neste embrião, já está extremamente reduzido.

18) Rudimento da tireoide: Pequena estrutura redonda associada à parede da faringe.

19) Diencefalo: É uma vesícula encefálica mais alongada que o mesencefalo. Sua parede possui uma pequena evaginação, a **epífise**. Outro prolongamento do diencefalo é o infundíbulo.

20) Vesícula óptica (esboço do olho): O esboço do olho desenvolve-se na região do diencefalo. Encontra-se bem desenvolvido nesse estágio; o cálice óptico dividiu-se em **retina neural** e **pigmentada**, estruturas separadas pelo **espaço intraretiniano**. O **crystalino**, que antes era uma estrutura oca, produz células que se alongam e perdem o núcleo, formando as **fibras do cristalino**. O ectoderme epidermal que está em contato com o cristalino será responsável pela formação da **córnea**.

21) Aorta dorsal: As aortas dorsais dispõem-se ao longo do embrião em uma posição medial em relação às veias cardinais. No local de fusão das aortas dorsais há a visualização de um grande vaso, a **aorta descendente**.

22) Saco aórtico: O saco aórtico é a estrutura do sistema vascular para o qual os vasos sanguíneos confluem em direção ao coração primitivo.

23) Coração primitivo: As primeiras câmaras do coração primitivo que serão visualizadas nos cortes seriados são o **bulbo cardíaco**, o qual é mais arredondado e com endocárdio bem separado do epimiocárdio, e o **seio venoso**, ambos conectados ao corpo do embrião pelo mesocárdio dorsal. A **Figura 175** ilustra a comunicação entre o seio venoso e a **veia cardinal comum**, responsável pelo retorno venoso. O **átrio** é ventral em relação ao seio venoso e está à esquerda do bulbo cardíaco. O **ventrículo** é uma câmara cardíaca grande e mais inferior em relação às demais.

24) Esôfago: É uma estrutura do sistema digestório extremamente estreita, da qual projeta-se o **broto do pulmão**.

25) Medula espinal: Nesse estágio, apresenta-se com a luz mais estreita. Além disso, é possível observar estruturas circulares associadas à medula espinal, os **gânglios dorsais do nervo espinal**, formados a partir de células da crista neural.

26) Telencéfalo: O **telencéfalo** é uma vesícula encefálica mais arredondada que o diencefalo. Na região do telencéfalo, formam-se as **fossetas nasais**, duas pequenas invaginações do ectoderme espessado da região da cabeça.

27) Estômago: Estrutura do sistema digestório inferior ao esôfago, com a parede mais espessa e luz um pouco maior. Está inserido na **cavidade peritoneal**, suspenso dorsalmente pelo **mesogástrio dorsal** e ventralmente pelo **ligamento hepatogástrico**.

28) Ducto venoso: Fusão das artérias vitelínicas que se conecta com o seio venoso e carrega sangue rico em oxigênio e alimento. Posteriormente, o ducto venoso originará as veias hepática, porta-hepática e contribuirá para a formação da veia cava inferior.

29) Rudimento do fígado: Representado por dois divertículos, o **cranial** e o **caudal**

30) Rudimento dorsal do pâncreas: É um pequeno espessamento na parede dorsal do duodeno.

31) Duodeno: Região do intestino anterior de aparência fina e alongada.

32) Artéria intersegmentar: Os ramos intersegmentares conectam a aorta descendente a ramos irrigadores de tecidos.

33) Broto do membro superior: O **broto do membro superior** é o primórdio da formação das asas. Assim como para o **broto do membro inferior**, o qual é o primórdio dos pés e pernas, o crescimento dessas estruturas se dá a partir de uma região mais espessada de ectoderme localizada na extremidade desses membros em formação e denominada **crista ectodérmica apical**.

34) Crista genital: A crista genital é formada pelo espessamento do mesoderme esplâncnico e contribuirá para a formação das gônadas primitivas.

35) Mesonefro: É formado por **túbulos** e **ductos mesonéfricos**. A maior diferença entre o pronefro e o mesonefro é que o segundo desenvolve o glomérulo e a cápsula de Bowman (ou cápsula glomerular). Anteriormente neste Atlas foi dito que o mesonefro possui uma íntima relação com as **veias cardinais posteriores**; dessa forma, é possível observar que a presença do contato com vasos sanguíneos estimulou a formação do glomérulo, estrutura fundamental para a filtração do sangue. Seu funcionamento, no entanto, começa apenas no 5º dia de incubação.

36) Cavidade amniótica: A cavidade amniótica é preenchida por líquido amniótico e é delimitada pelo âmnio. Recobre todo o embrião e foi formada a partir do fechamento das **dobras amnióticas**.

37) Cloaca: A cloaca é a região de confluência do sistema digestório e urinário para liberação de excretas para o meio externo. A comunicação da cloaca com o meio externo ainda está impossibilitada pela membrana cloacal que se romperá posteriormente.

38) Alantoide: Esse anexo embrionário é indispensável para a realização de trocas gasosas e detoxificação no embrião. É uma estrutura alongada que se originou a partir de um divertículo do intestino posterior.

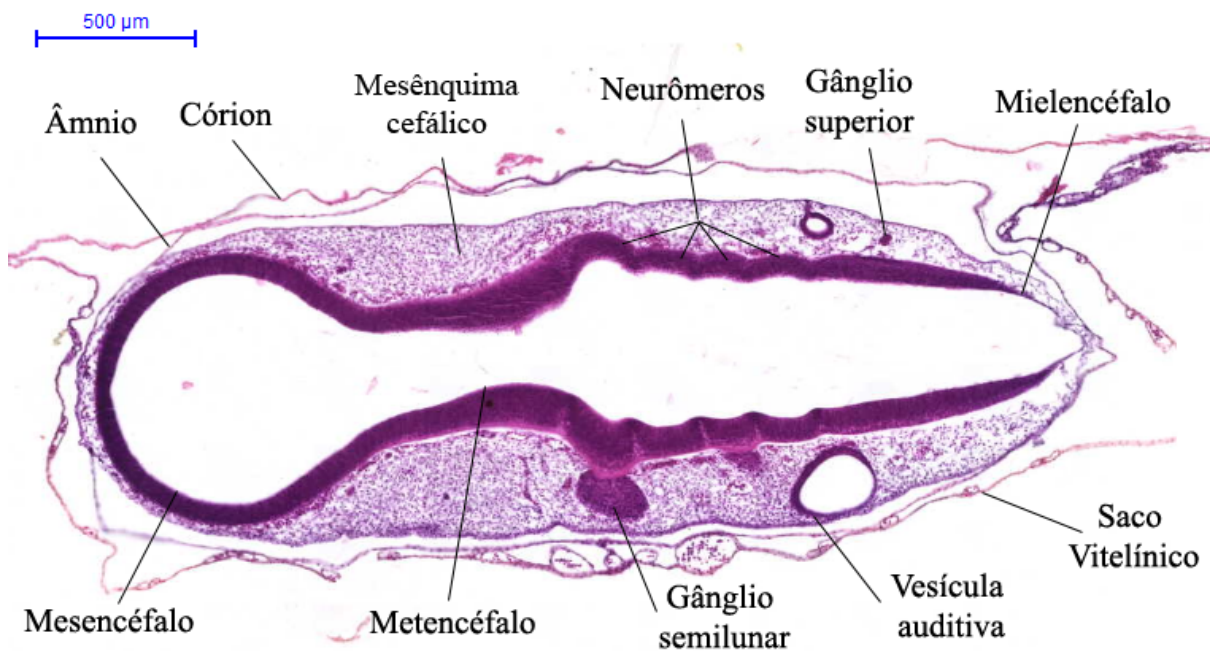


Figura 168. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 72 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 30x.

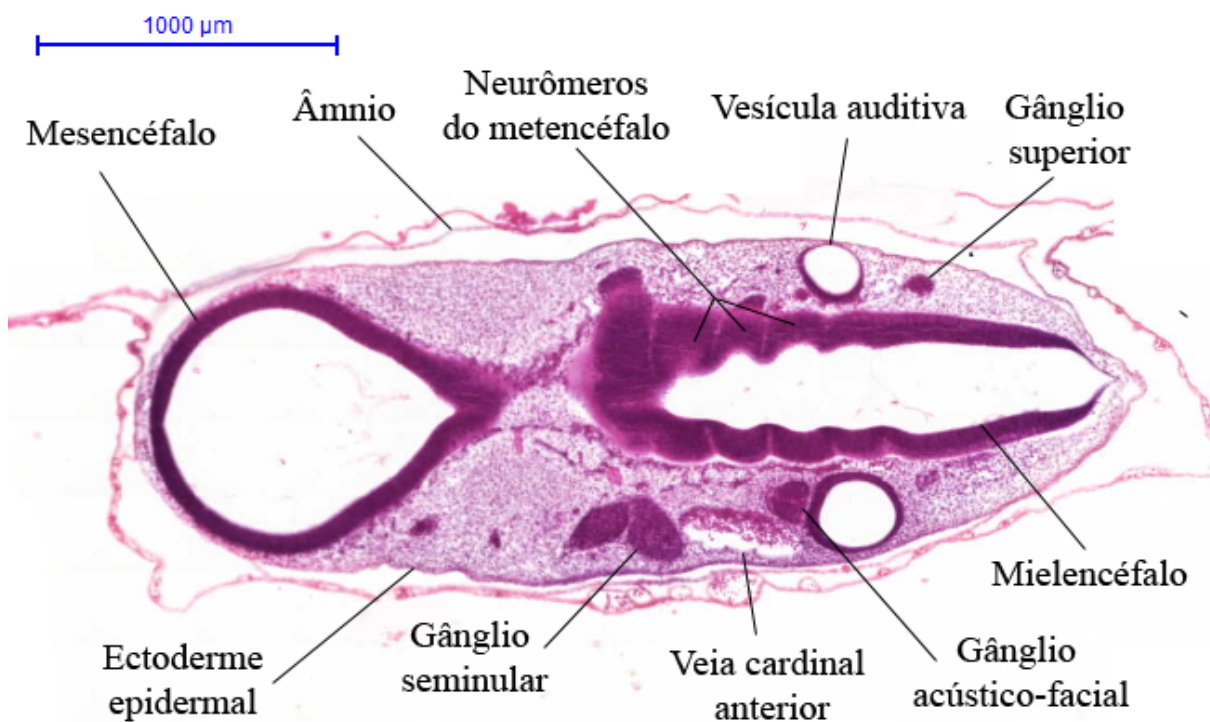


Figura 169. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 72 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 20x.

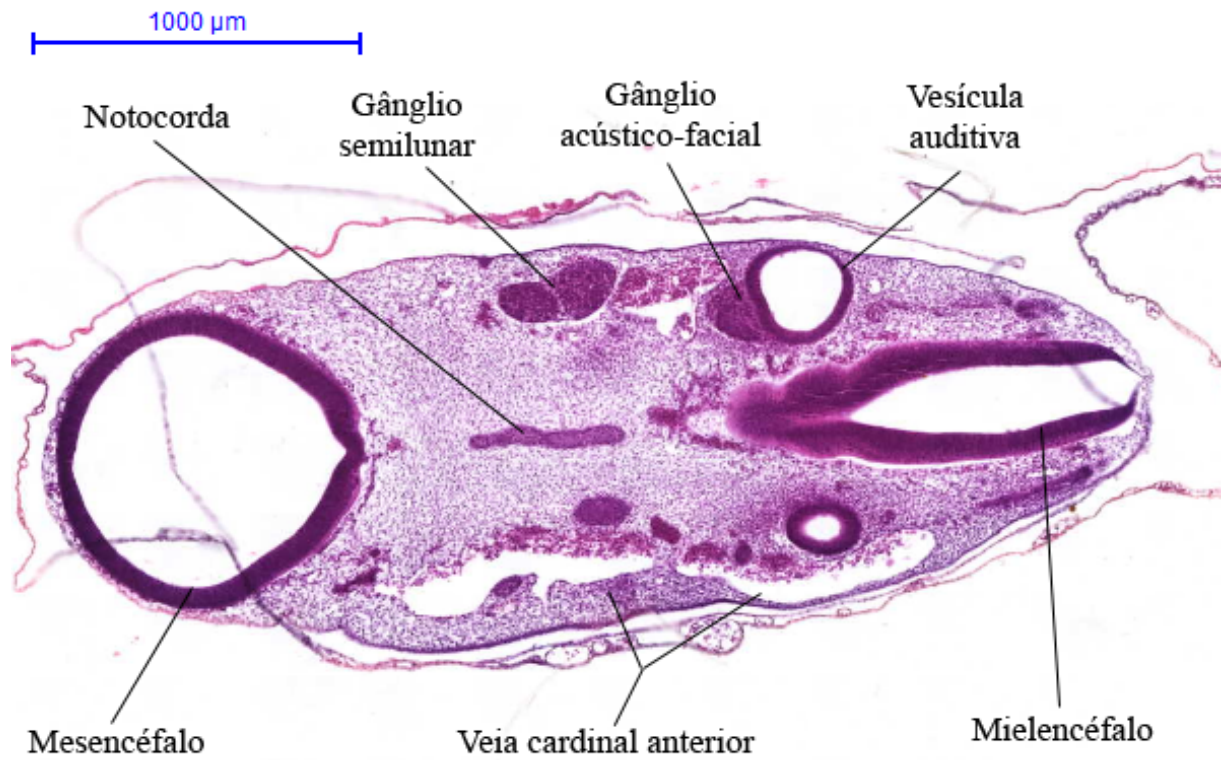


Figura 170. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 72 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 20x.

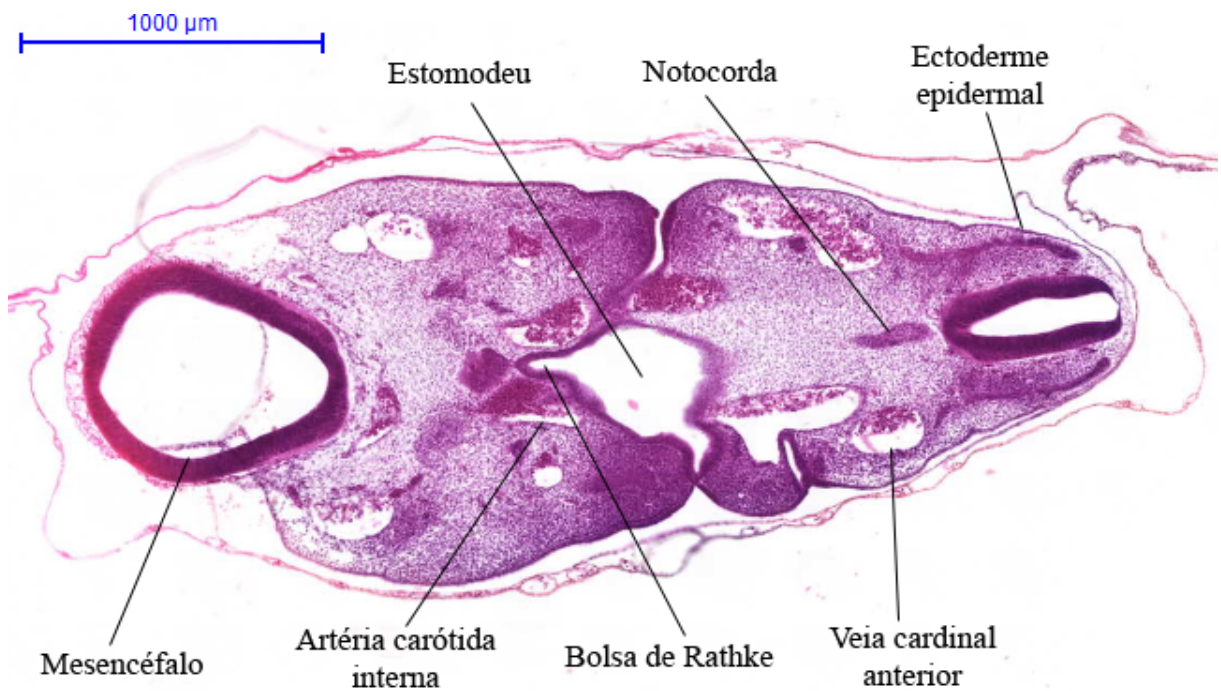


Figura 171. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 72 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 20x.

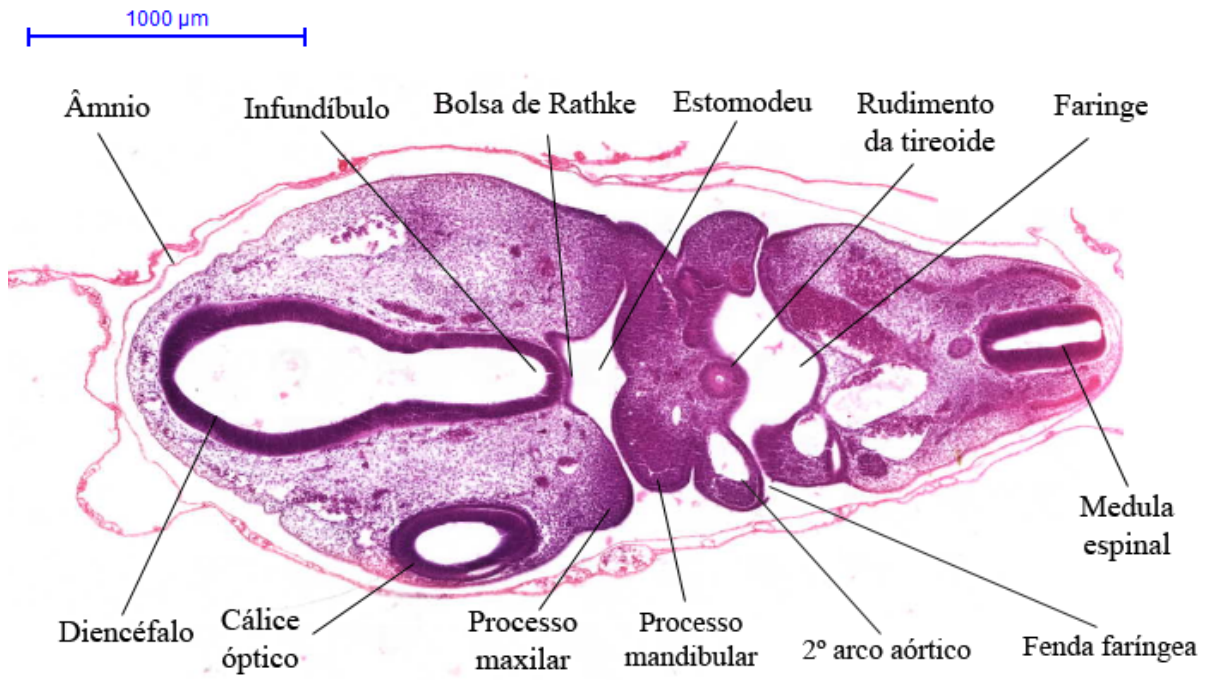


Figura 172. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 72 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 20x.

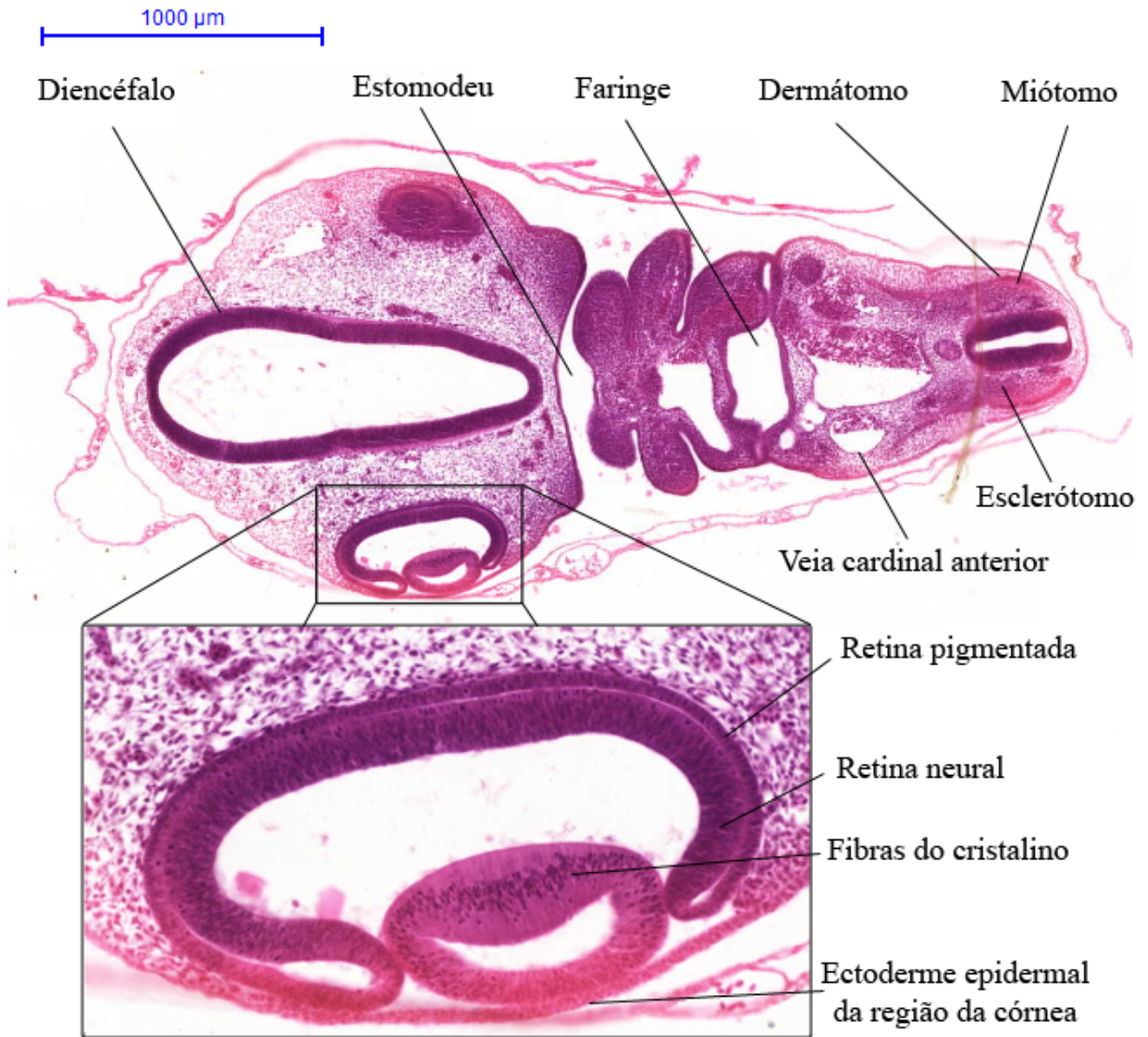


Figura 173. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 72 horas de incubação, com foco no olho em desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 20x e de 50x.

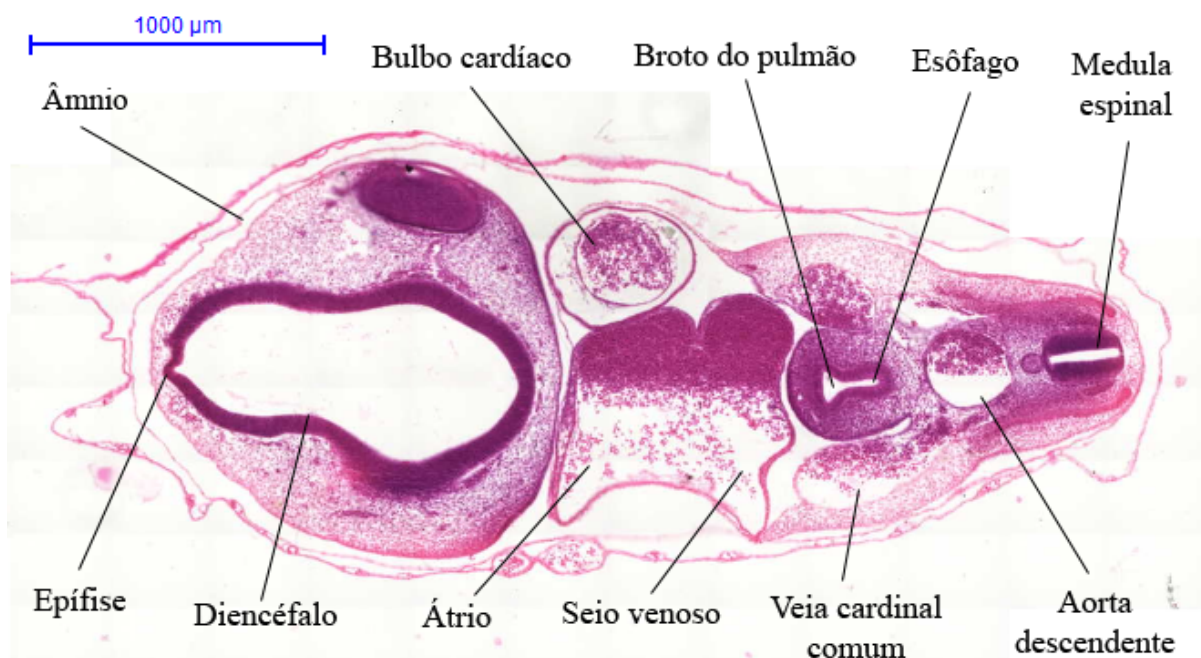


Figura 174. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 72 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 20x.

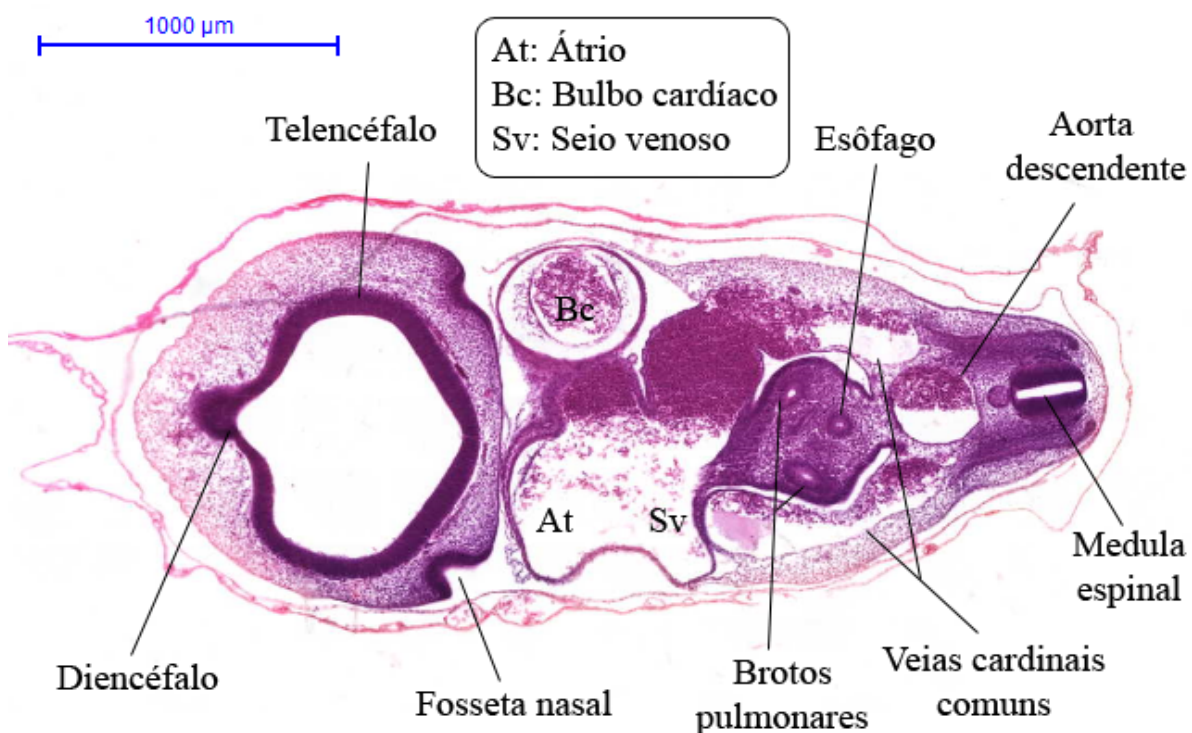


Figura 175. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 72 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 20x.

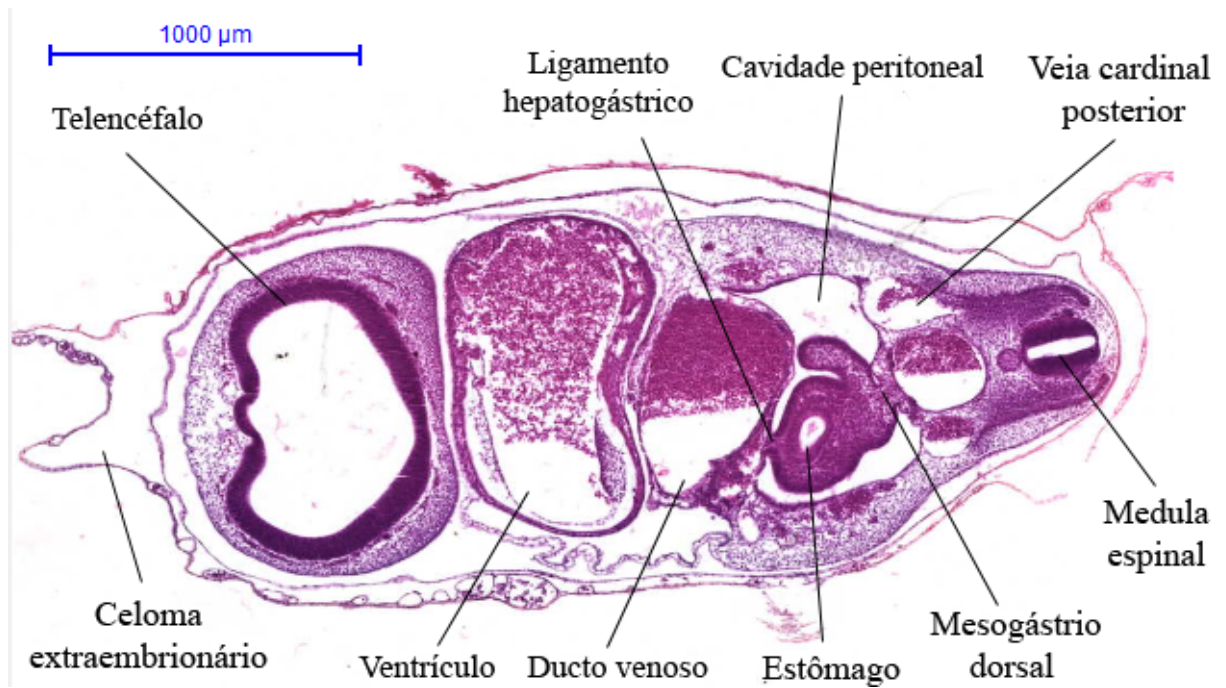


Figura 176. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 72 horas de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 20x.

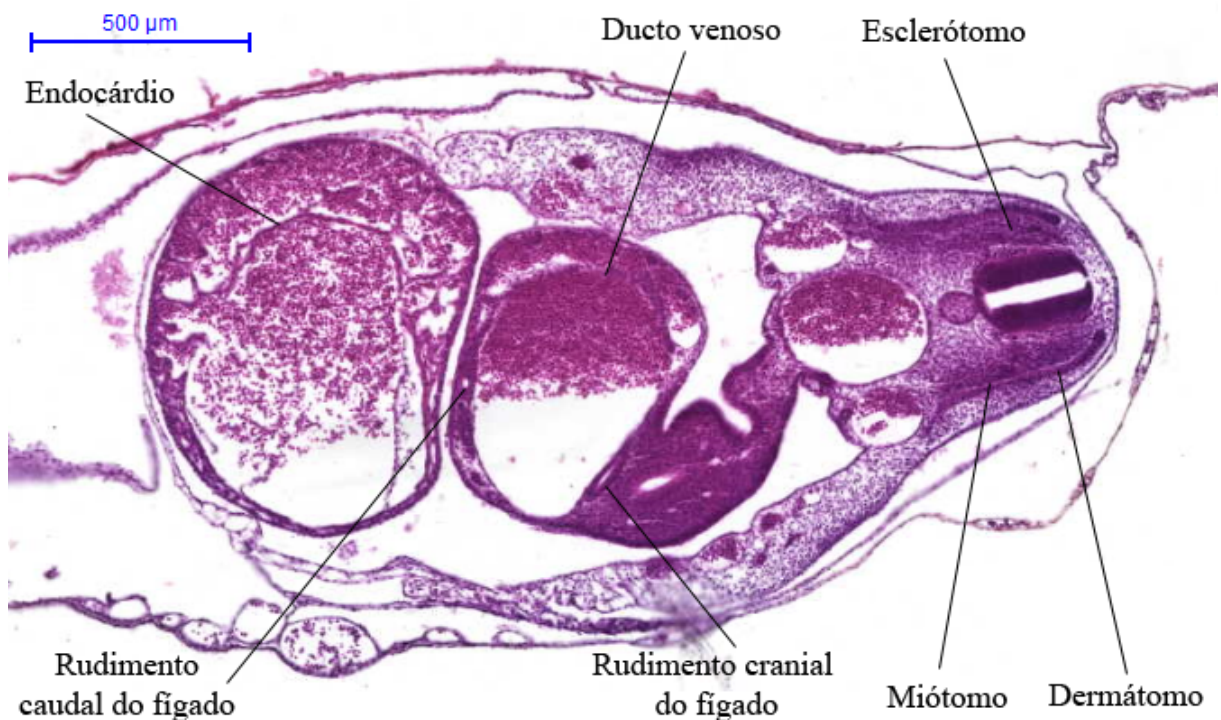


Figura 177. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 72 horas de desenvolvimento. Corado em HE. Aumento de 20x.

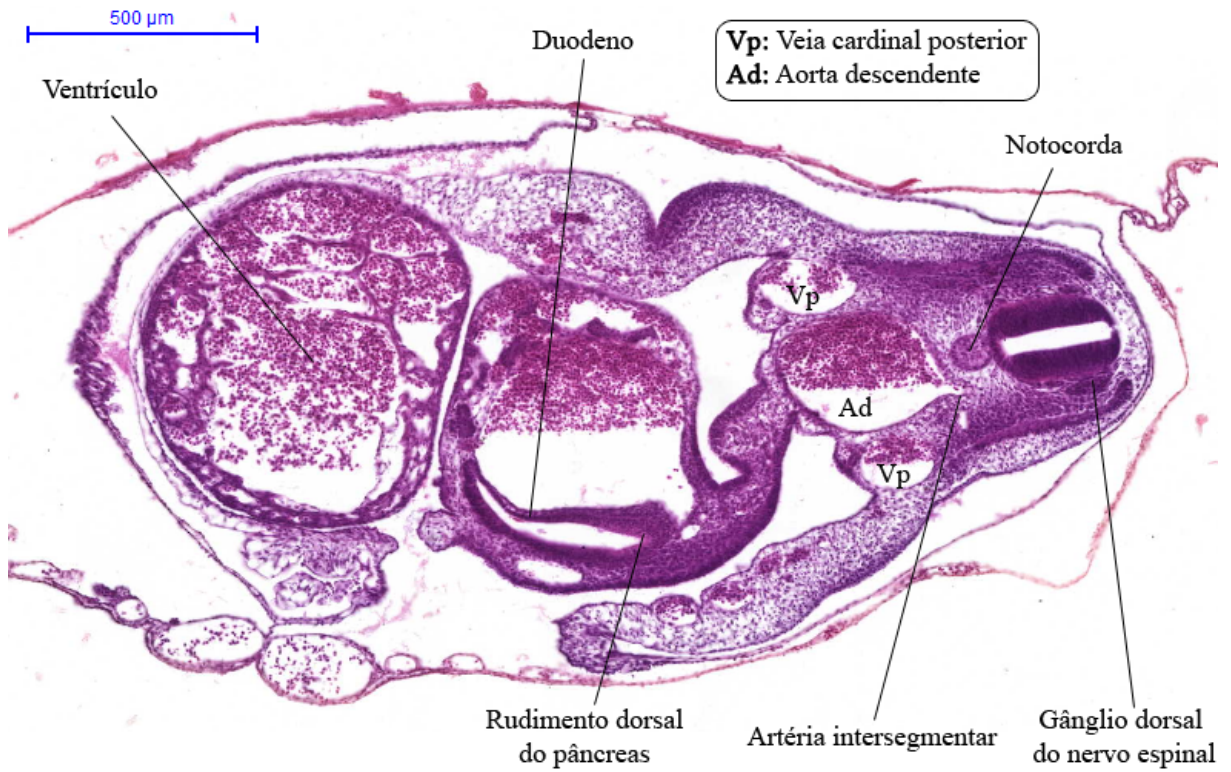


Figura 178. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 72 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 20x.

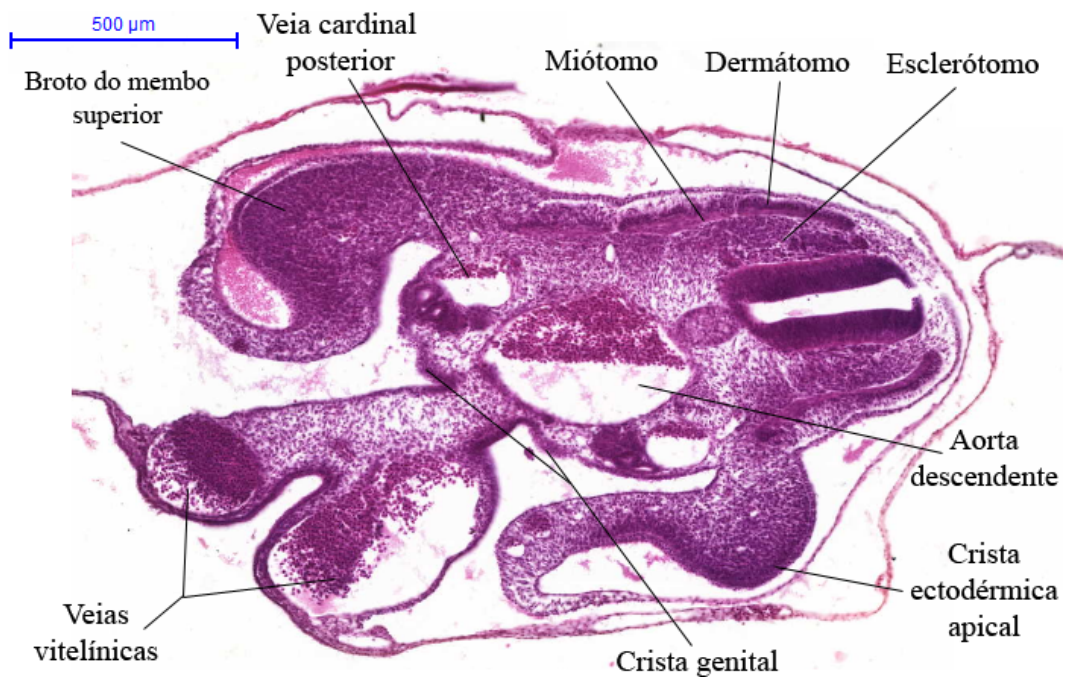


Figura 179. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 72 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 20x.

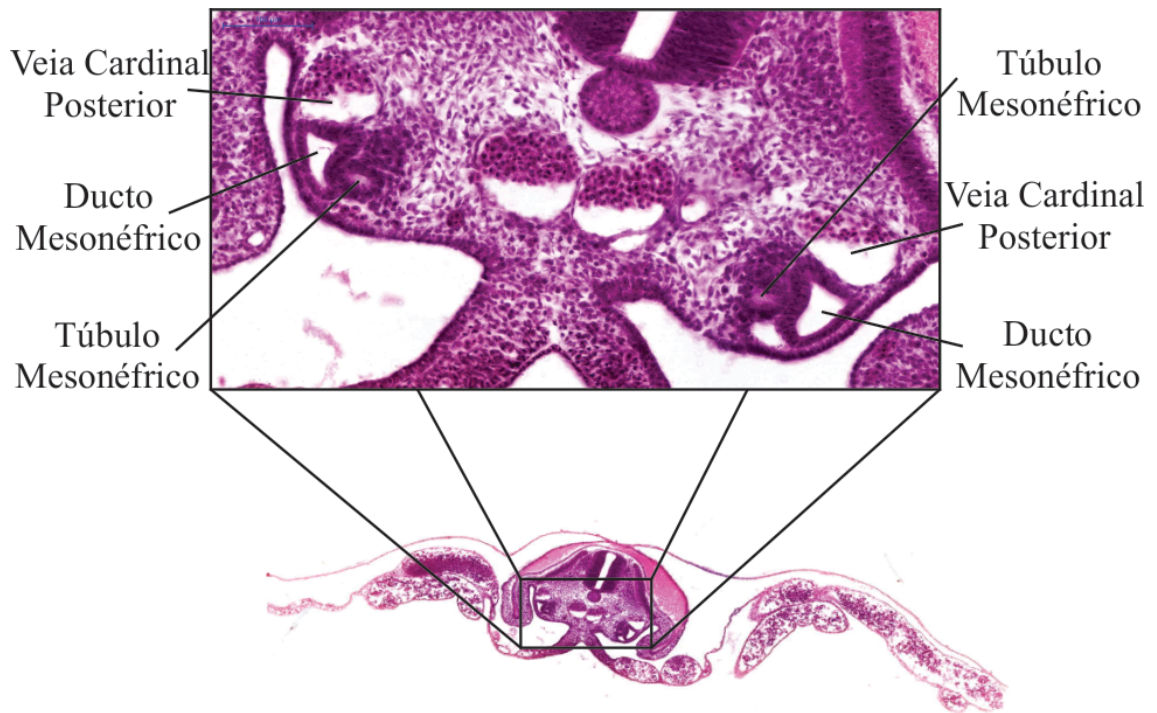


Figura 180. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 72 horas de incubação, com foco na região onde desenvolvem-se os túbulos e ductos mesonéfricos. Corado em HE. Aumento de 130x (imagem focada).

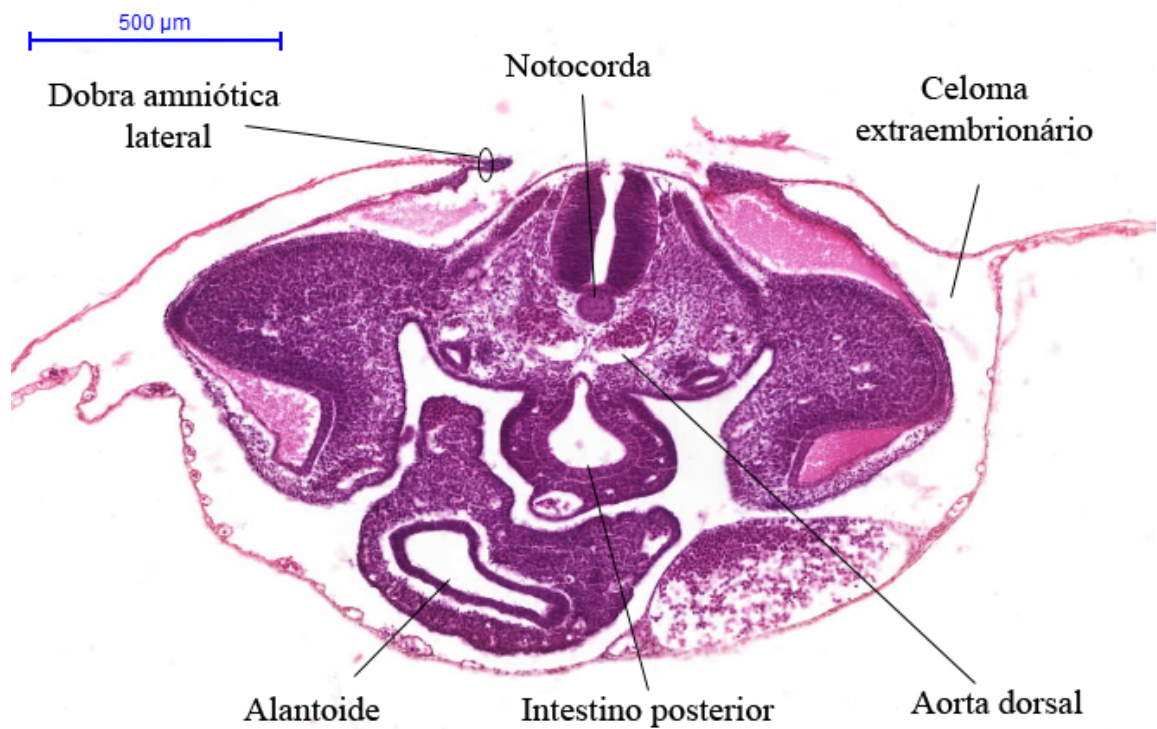


Figura 181. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 72 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 17x.

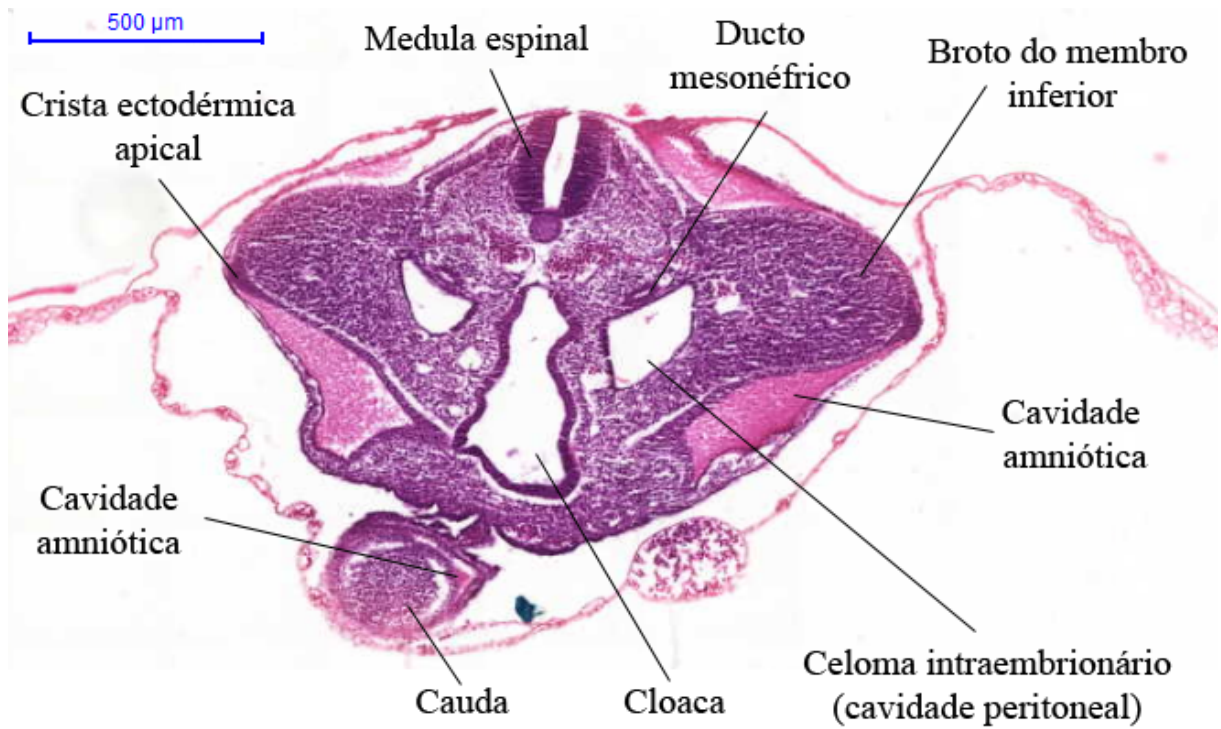


Figura 182. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 72 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 17x.

11. EMBRIÃO DE GALINHA COM 96h DE INCUBAÇÃO

Após 96h de incubação, a **torção** já foi finalizada e o embrião encontra-se com o lado esquerdo do corpo completamente em contato com o saco vitelínico. A **flexão** nesse estágio apresenta-se tão acentuada que a estrutura embrionária tem forma de C. O embrião com 96h de incubação é caracterizado por apresentar aproximadamente 42 pares de somitos.

Em relação ao sistema digestório, ocorreu maior diferenciação do **intestino anterior** e **posterior** e o **saco vitelínico** está ligado ao embrião apenas pelo **pedúnculo vitelínico**, que caracteriza o **intestino médio**. Na região do intestino anterior, evaginações da faringe formam as **paratireoides**. Além disso, com a fusão de papilas que crescem a partir do assoalho da faringe, há a formação de uma língua rudimentar. Na região do duodeno, surgem dois **rudimentos ventrais do pâncreas**, totalizando três nesse momento. No que diz respeito aos anexos do sistema digestório, o **fígado** encontra-se bem distinto e desenvolvido.

Na interface entre o sistema digestório e respiratório formaram-se a **glote** e a **laringe**. O trato respiratório inferior apresenta intenso desenvolvimento nesse período, acompanhado pela diferenciação de vasos específicos para suprir esse sistema.

As **câmaras cardíacas** aumentam de tamanho e crescem septos que subdividem as estruturas que formarão os átrios e ventrículos, separando também os lados esquerdo e direito. Ainda em relação ao sistema cardiovascular, pode-se citar que é nesse período que ocorre o desenvolvimento máximo do 5º arco aórtico.

Os **processos maxilares**, citados no capítulo anterior, fundem-se com os processos medianos nasais, formando o maxilar superior. O maxilar inferior, por outro lado, é formado a partir da fusão dos componentes mandibulares.

O **mesonefro** apresenta grande extensão e desenvolvimento e iniciará suas atividades no próximo dia de incubação.



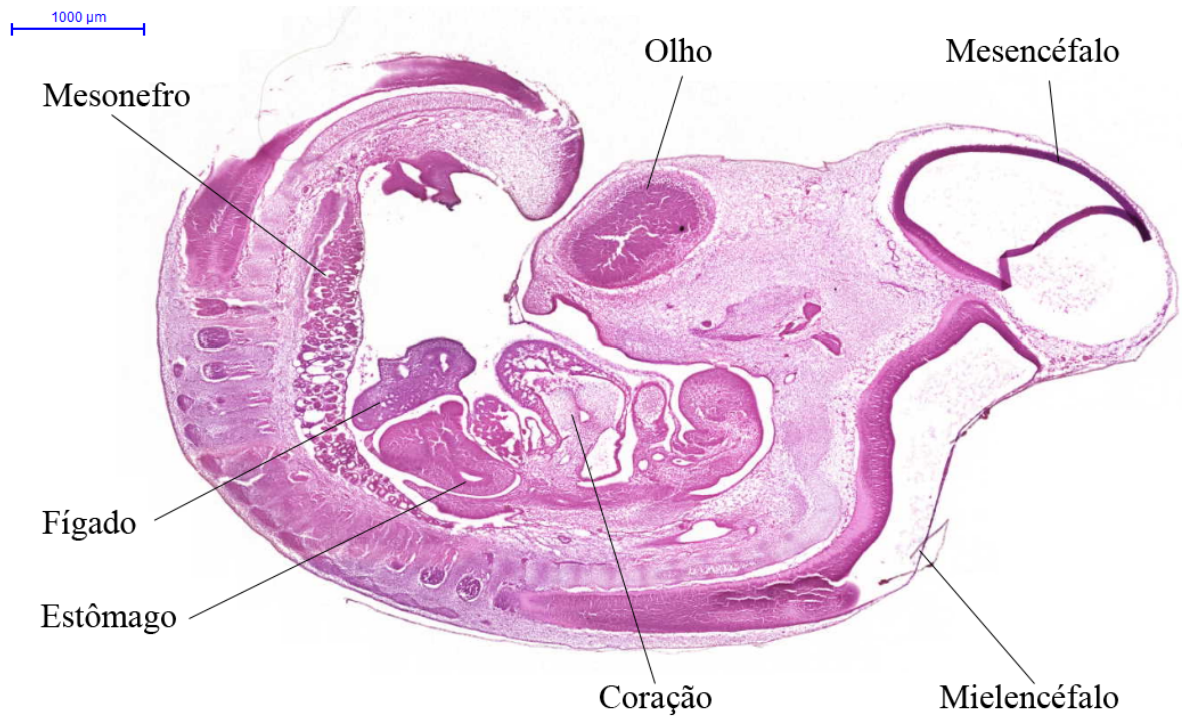


Figura 183. Corte histológico de embrião de galinha com 96 horas de incubação. Corado em HE. Aumento de 12x.

12. EMBRIÃO DE GALINHA COM 6 DIAS DE INCUBAÇÃO

Este capítulo é o último que abordará o desenvolvimento embrionário da galinha. Dessa forma, apresentará uma visão geral dos eventos que compreendem o período do sexto dia de incubação até a eclosão do ovo.

Até o quarto dia de incubação a região anterior/cranial do embrião havia se desenvolvido mais rapidamente. A partir de então, a região posterior apresenta uma taxa de crescimento muito elevada, o que é chamado de **crescimento heterogêneo**.

O saco vitelínico, importante anexo embrionário, é incorporado gradualmente ao corpo do embrião para suprir suas necessidades metabólicas, bem como constituir as paredes internas do trato digestório. No momento da eclosão do ovo ele já foi absorvido completamente. O **estômago**, originado da região do intestino anterior, subdivide-se em **proventrículo** (anterior) e **moela** (posterior). A membrana cloacal finalmente se rompe e permite a comunicação entre a cloaca e o ambiente externo.

Na galinha, cinco sacos respiratórios desenvolvem-se a partir de cada pulmão primário e formam os “pulmões acessórios” de origem endodérmica. Juntamente com esse desenvolvimento do sistema respiratório ocorre o crescimento do sexto arco aórtico, originando a artéria pulmonar.

O **rim mesonéfrico**, predominante ainda no embrião com 6 dias de incubação, será substituído pelo **rim metanéfrico**, que é definitivo. As cristas genitais, que surgiram com aproximadamente 72h de incubação, desenvolvem-se nas gônadas. Inicialmente são observadas **gônadas indiferenciadas**, formadas por gonócitos que migraram da parede do saco vitelínico e têm origem endodérmica. Essa estrutura é presente no embrião de galinha com 6 dias de incubação. Nas secções transversais apresentadas nas **Figuras 160 e 161**, observa-se claramente a íntima relação do sistema genital e urinário, fato que é exemplificado pela contribuição do rim mesonéfrico para o desenvolvimento do sistema genital masculino. Para o sistema genital feminino, ductos pares que se desenvolvem lateralmente ao mesonefro, os **ductos müllerianos** ou **paramesonéfricos**, são indispensáveis.

Os membros começam a apresentar precursores de cartilagem que formarão,



futuramente, o componente ósseo dos membros. Além de ossos formados a partir de cartilagem, as aves apresentam desenvolvimento ósseo a partir da ossificação direta de células mesenquimais.

Quanto ao revestimento externo, as penas da galinha têm origem ectodérmica, da mesma forma que a pele.

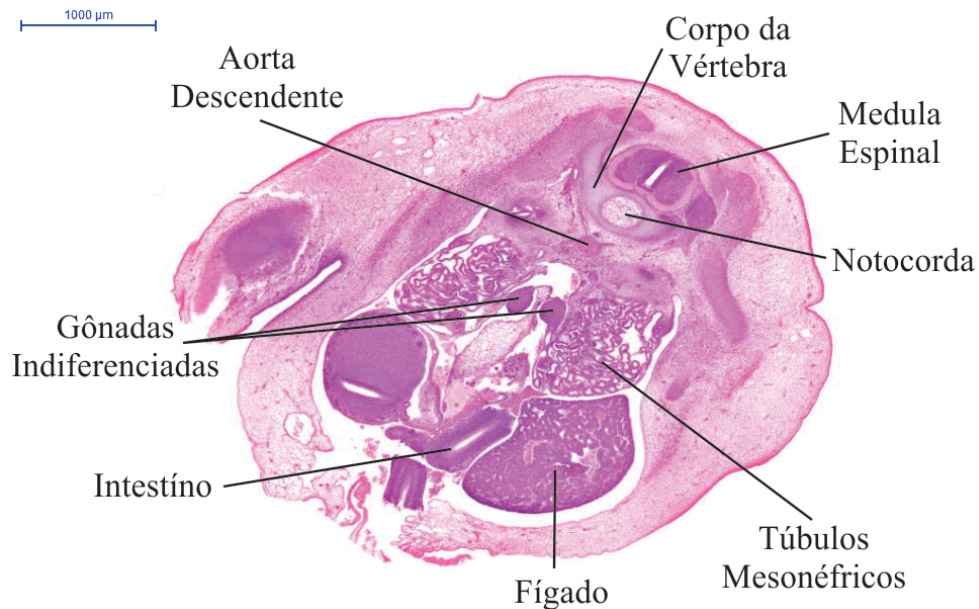


Figura 184. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 6 dias de incubação. Corado em HE. Aumento de 13,8x.

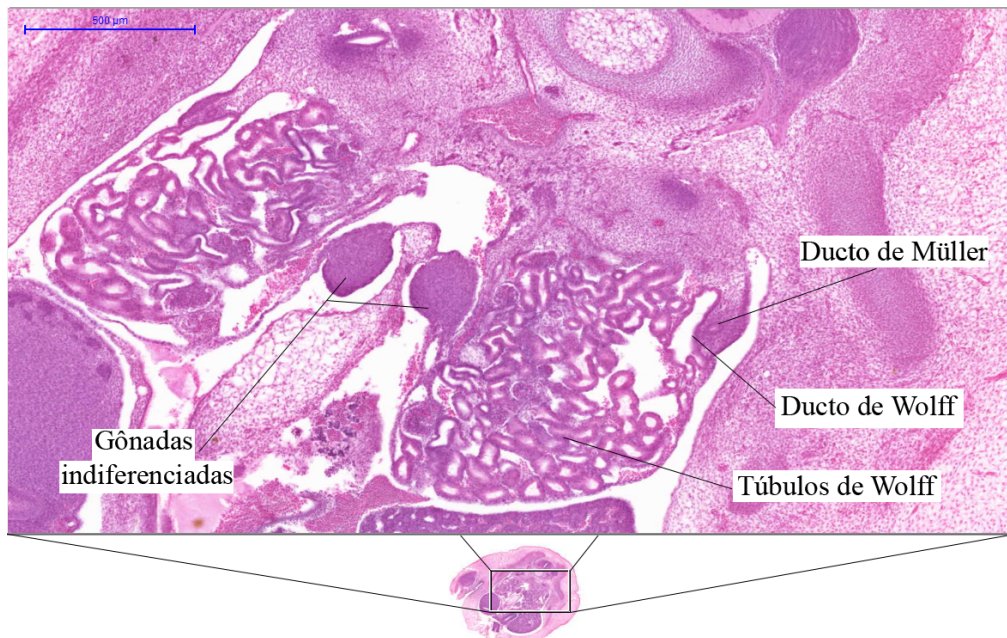


Figura 185. Corte histológico transversal de embrião de galinha com 6 dias de incubação, com foco na região das gônadas indiferenciadas. Corado em HE. Aumento de 41,60x.

13. DESENVOLVIMENTO INICIAL DO SER HUMANO

Neste capítulo será abordado o desenvolvimento inicial do ser humano. Assim como nos animais já estudados, a formação de um zigoto desta espécie depende da fusão de um gameta masculino com um gameta feminino. O encontro desses gametas ocorre dentro do trato genital feminino, comumente na ampola da tuba uterina, onde tem início o desenvolvimento do novo indivíduo. No entanto, é no endométrio uterino que ocorrerá a implantação; dessa forma, o pré-embrião migra em direção ao seu destino ao mesmo tempo que se desenvolve.

Nos primeiros dois dias que sucedem a fecundação, o zigoto passa por um intenso processo de clivagem celular, a qual acarreta no rápido aumento do número de células. Todos os blastômeros possuem aproximadamente o mesmo tamanho, uma vez que o ovo oligolécito humano sofre clivagem holoblástica igual, o mesmo modelo observado no desenvolvimento inicial do ouriço-do-mar.

Por volta do terceiro a quarto dia após a fecundação, o processo de clivagem origina uma estrutura compacta, a mórula, que nesse momento adentra o útero materno. Líquido proveniente do útero e dos próprios blastômeros invade a mórula e afasta alguns blastômeros para a periferia, formando o blastocisto inicial (blastulação). No 5º dia já está formado o blastocisto tardio, composto por embrioblasto (massa celular interna), trofoblasto e cavidade blastocística (**Figura 186 A**). A zona pelúcida que envolve o blastocisto se degenera, o que permite o aumento de tamanho e início da implantação. O embrião inicia a implantação no endométrio no sexto dia após a fecundação, com o polo embrionário voltado para o tecido endometrial e completa a invasão por volta do décimo dia. O trofoblasto se diferencia em duas camadas: citotrofoblasto e sinciciotrofoblasto (**Figura 186 B**), importante para a invasão do endométrio materno. O processo invasivo é mediado por enzimas produzidas pelo sinciciotrofoblasto e a erosão dos tecidos maternos proporciona o acesso do embrião ao sangue e nutrientes. Outro fator importante para a implantação e viabilidade do embrião é a reação decidual, na qual as células endometriais proporcionam um sítio imunologicamente privilegiado e acumulam glicogênio e lipídeos em seu citoplasma.

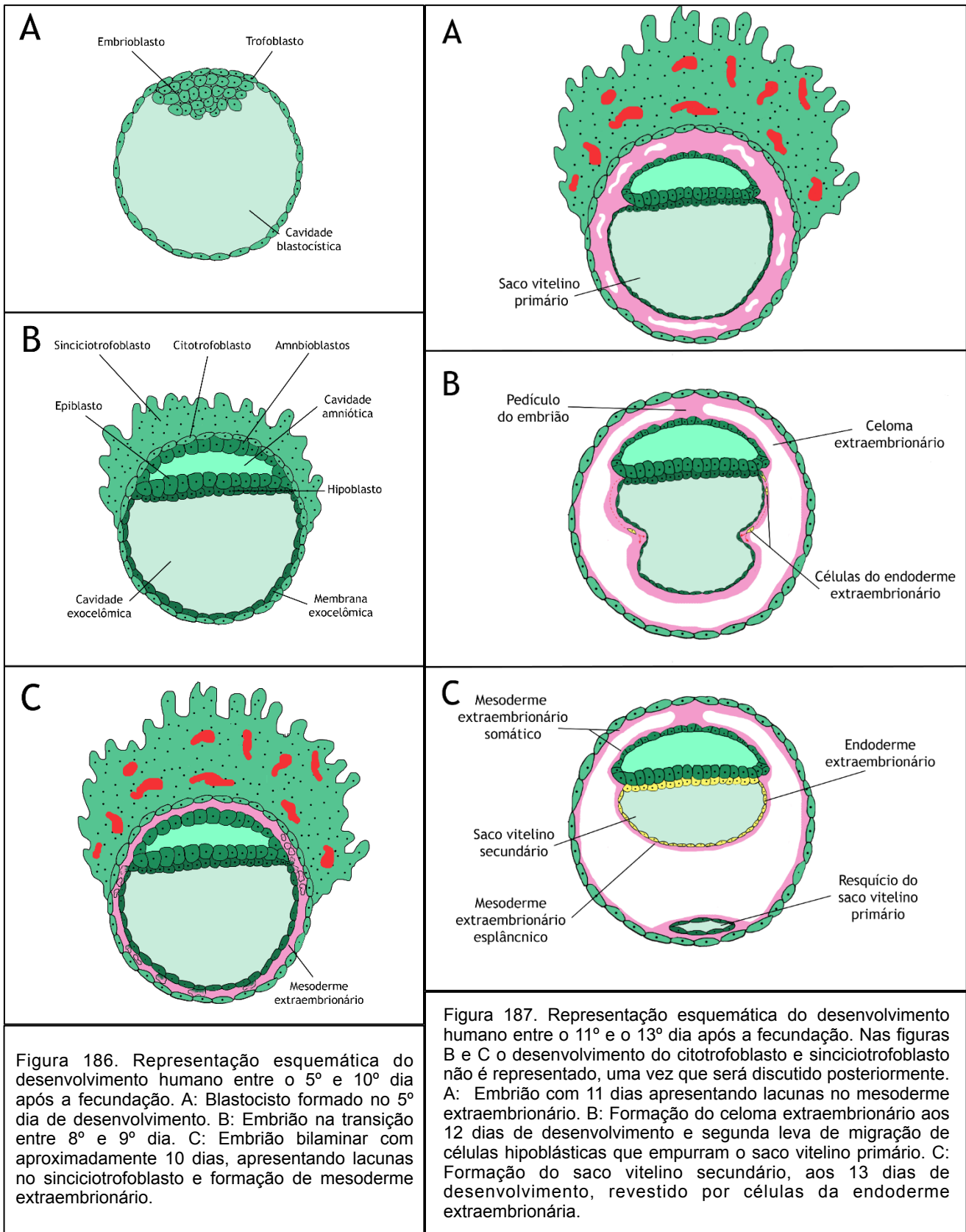
O embrioblasto delamina em epiblasto e hipoblasto e descola do trofoblasto, formando o disco embrionário bilaminar. A cavidade que surgiu entre o disco



embrionário e o trofoblasto é revestida por células do epiblasto, que formam o âmnio e conseqüentemente a cavidade amniótica (**Figura 186 B**). A circulação uteroplacentária primitiva é estabelecida com o surgimento de lacunas no sinciciotrofoblasto, as quais são preenchidas por sangue materno e promovem trocas pelo princípio da difusão (**Figura 186 C**). Além disso, o sinciciotrofoblasto é responsável por produzir Gonadotrofina Coriônica Humana (hCG), hormônio que estimula a manutenção da atividade do corpo lúteo durante as primeiras 20 semanas de gestação.

Após a delaminação do embrioblasto, a cavidade blastocística passa a ser chamada de cavidade exocelômica. Ela é revestida pela membrana exocelômica, exceto em sua porção do teto que é revestida pelo hipoblasto. Ambas as membranas são contínuas e formam o saco vitelino primitivo ou primário, bem como são responsáveis pela origem do mesoderme extraembrionário. Diferentemente das aves, o saco vitelino humano não apresenta vitelo.

O mesoderme extraembrionário começa a apresentar lacunas (**Figura 187 A**) que posteriormente se fundem, formando uma cavidade preenchida por líquido e denominada celoma extraembrionário. O celoma extraembrionário estende-se em torno do âmnio e saco vitelino, exceto na região do pedículo do embrião, a qual prende o âmnio ao córion (**Figura 187 B**). Células do hipoblasto migram pelo mesoderme extraembrionário e empurram o saco vitelino primitivo e, diferenciadas em endoderme extraembrionária, formam o saco vitelino secundário (**Figura 187 C**). Este é menor que o primitivo, uma vez que um pedaço se desprende durante o estabelecimento do secundário.



O córion reveste todo o conceitoo (embrião e membranas fetais) e será a porção fetal da futura placenta (**Figura 188**). Seu desenvolvimento inicia-se no final da segunda semana com a proliferação de células do citotrofoblasto para dentro do sinciotrofoblasto, formando as vilosidades coriônicas primárias (**Figuras 188 A e B**) e, posteriormente, as vilosidades coriônicas secundárias (**Figura 188 C**). O mesoderme extraembrionário em contato com o âmnio é denominado somático e, juntamente com o citotrofoblasto e sinciotrofoblasto forma o córion. O celoma extraembrionário, que separa mesoderme extraembrionário somático de esplâncnico (em contato com o saco vitelino), passa a ser denominado cavidade coriônica.

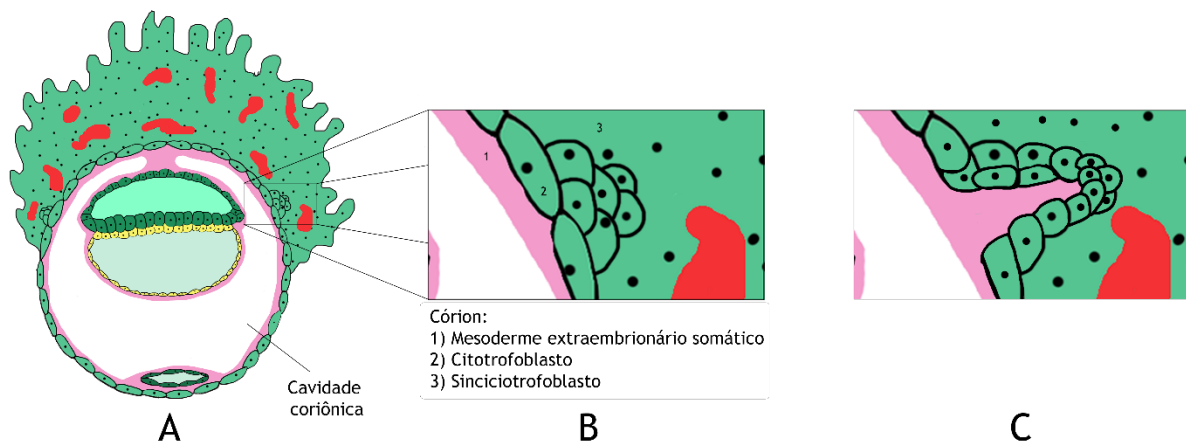


Figura 188. Representação esquemática do desenvolvimento inicial das vilosidades coriônicas. A: Embrião de aproximadamente 13 dias, apresentando formação de vilosidade coriônica primária. B: Foco na vilosidade coriônica primária, formada a partir da proliferação do citotrofoblasto para dentro do sinciotrofoblasto. C: Desenvolvimento da vilosidade coriônica secundária a partir de invaginação do mesoderme extraembrionário somático na estrutura da vilosidade primária. Embrião com aproximadamente 16 dias.

Ao término da segunda semana também ocorre a formação da placa pré-cordal, uma região espessada do hipoblasto de onde surgirá a membrana bucofaríngea.

Um evento crucial da terceira semana após a fecundação é a gastrulação. Durante esse processo, os eixos embrionários são estabelecidos, bem como se formam os três folhetos germinativos: endoderme, mesoderme e ectoderme.

Similarmente à gastrulação das aves, células do epiblasto do embrião bilaminar migram para a região mediana e formam a linha e o nó primitivos. Ao longo desta linha primitiva, as células epiblasticas migram e deslocam o hipoblasto, originando a endoderme. Então, outras células epiblasticas migram entre o epiblasto e a endoderme recém-formada, originando o mesoderme intraembrionário. Essas

células sofrem uma transformação epitélio-mesenquimal. A linha primitiva também contribui para a formação de mesoderme extraembrionário. Por fim, as células epiblasticas remanescentes formam o ectoderme. O surgimento dos três folhetos germinativos caracteriza o embrião trilaminar.

Algumas células mesenquimais migram a partir do nó primitivo em direção cefálica, formando uma estrutura tubular oca (o processo notocordal) que se estende até a placa pré-cordal. O processo notocordal perde o assoalho, dando origem à placa notocordal. A placa notocordal se dobra e forma novamente um tubo, desta vez sólido, denominado notocorda.

O mesoderme adjacente à notocorda se diferencia em mesoderme paraxial que, por volta do 20º dia de gestação, iniciará a formação de somitos. Lateralmente ao paraxial, desenvolve-se o mesoderme intermediário, que recebe este nome por estar entre o mesoderme paraxial e o lateral. O mesoderme lateral intraembrionário também delamina-se em lateral somático e esplâncnico. Na região da cabeça, existe apenas o mesênquima cefálico.

Quase simultaneamente ao desenvolvimento da notocorda, ocorre a formação da placa neural. Esse espessamento do ectoderme é induzido tanto pelo nó primitivo quanto pela própria notocorda. A neurulação é similar nos vertebrados e caracteriza o estágio de nêurula na terceira e quarta semanas do desenvolvimento.

O dobramento corporal do embrião humano inicia-se na 4ª semana de desenvolvimento e proporciona o encontro entre as duas extremidades dos folhetos germinativos na linha média. Dessa forma, a fusão da endoderme nas regiões anterior e caudal forma, respectivamente, o intestino anterior e o intestino posterior. O intestino médio, onde não ocorreu a fusão, permanece em contato com o saco vitelino. Esses eventos culminam na formação do plano corporal de tubo dentro de um tubo, sendo o sistema digestório em desenvolvimento um desses tubos e o corpo o outro.

O período que compreende da quarta à oitava semana de desenvolvimento corresponde à organogênese, no qual o esboço dos principais órgãos e sistemas é formado. Este Atlas não entrará em detalhes sobre o processo de organogênese.

DERIVADOS DOS FOLHETOS GERMINATIVOS

Os três folhetos germinativos serão responsáveis pela formação de todas as estruturas corporais. O **ectoderme** origina o revestimento externo do corpo, como a epiderme e seus anexos (pelos e unhas, por exemplo), glândulas mamárias e subcutâneas, o Sistema Nervoso Central e Periférico e os epitélios sensoriais das orelhas, olhos e nariz. Além disso, existem os tecidos originados da **crista neural** como tecido conjuntivo e ósseo que se desenvolveu a partir de arcos faríngeos, tecidos musculares relacionados à face, gânglios espinais, autônomos e núcleos de alguns nervos cranianos, células responsáveis pela formação da bainha de mielina do Sistema Nervoso Periférico, medula da glândula adrenal e meninges que revestem o Sistema Nervoso Central.

O **mesoderme**, de forma geral, origina tecido conjuntivo, cartilaginoso e muscular. Sendo assim, participa da formação de musculatura estriada e lisa, o que inclui o coração, vasos sanguíneos e linfáticos e a porção muscular de órgãos como o estômago e as membranas serosas (pleura, pericárdio e peritônio) que revestem as cavidades corporais. Além dos vasos sanguíneos, participa da formação do tecido hemocitopoético. Também é fundamental para a formação dos rins e córtex das adrenais, gônadas e ductos genitais.

A **endoderme** participa essencialmente do revestimento interno epitelial dos tratores gastrointestinal, respiratório, da bexiga e maior parte da uretra, da cavidade timpânica. Ademais, é importante para a formação do parênquima das tonsilas, das glândulas tireoide e paratireoides, do timo, do fígado e do pâncreas, do antro do tímpano e da tuba faringotimpânica.

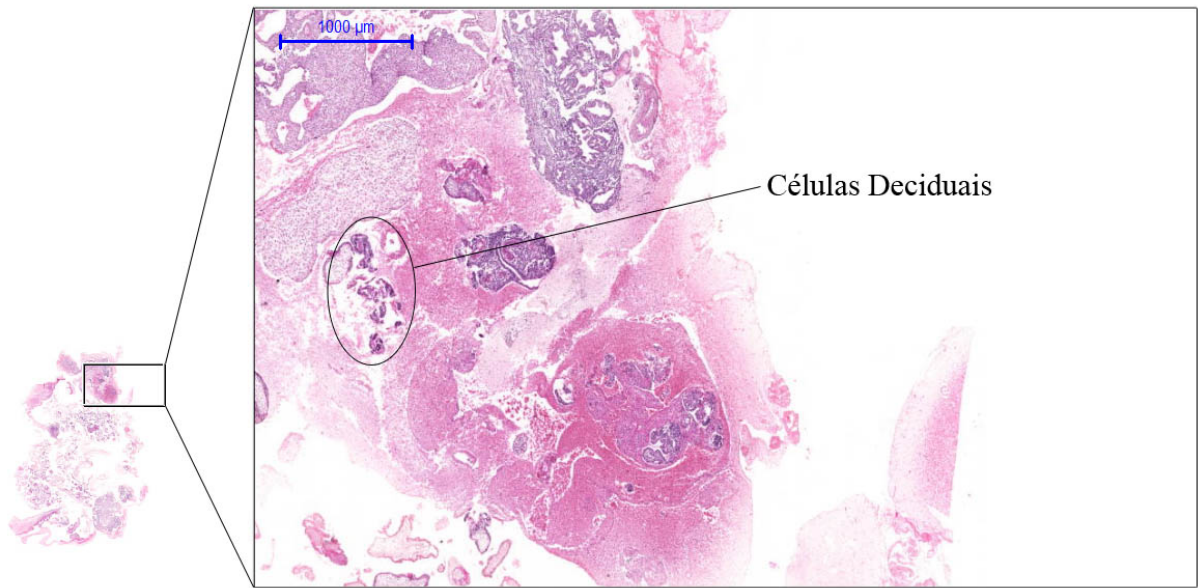


Figura 189. Corte histológico de placenta humana evidenciando a parte materna. Corado em HE. Aumento de 20x.

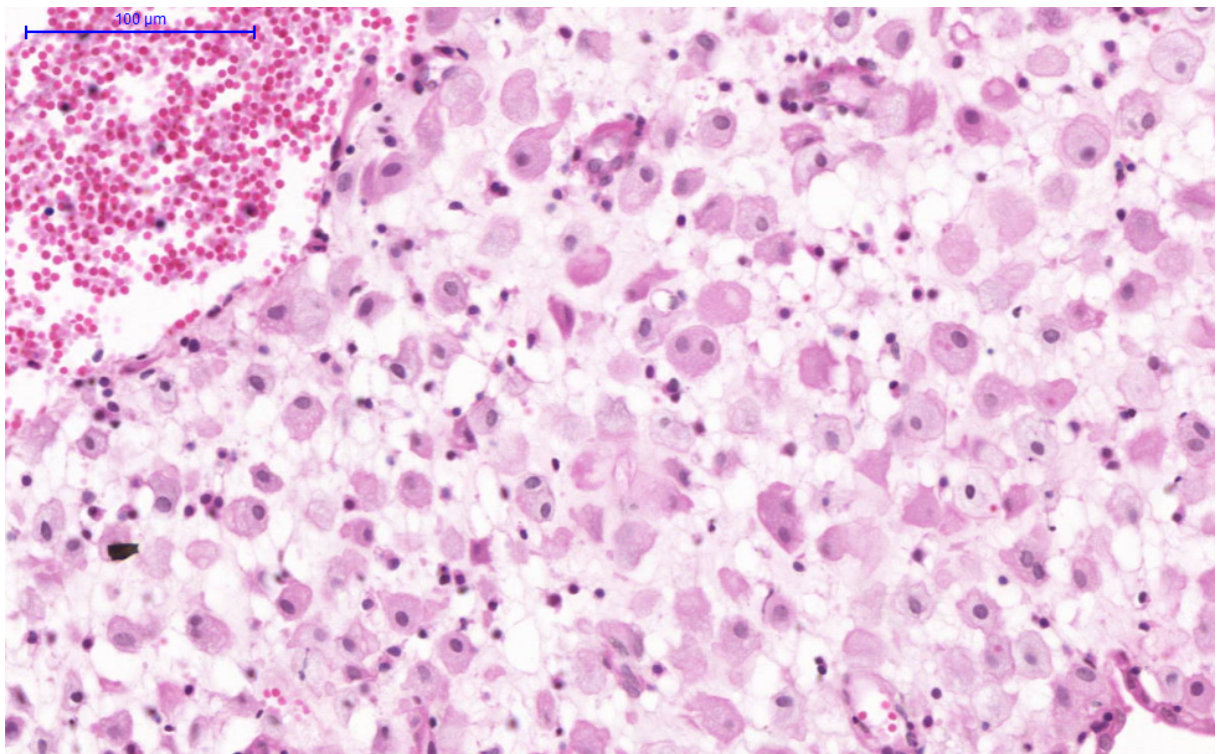


Figura 190. Corte histológico de placenta humana evidenciando as células deciduais. Corado em HE. Aumento de 190,30x.

Parte Fetal da Placenta

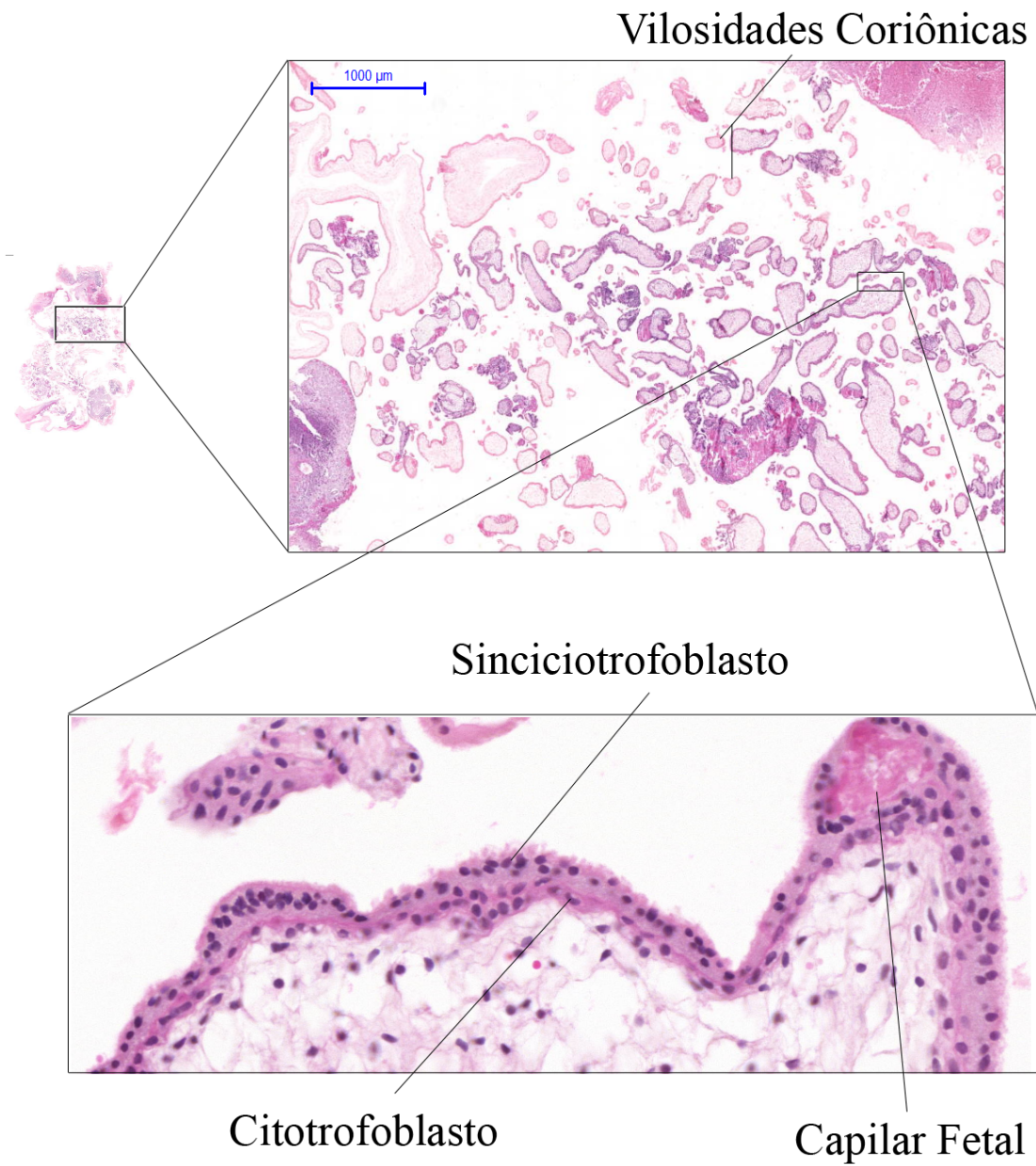


Figura 191. Corte histológico de placenta humana, com evidência inicial na parte fetal e posterior evidência em uma vilosidade coriônica tronco terciária. Corado em HE. Aumento de 20x e 400x respectivamente.

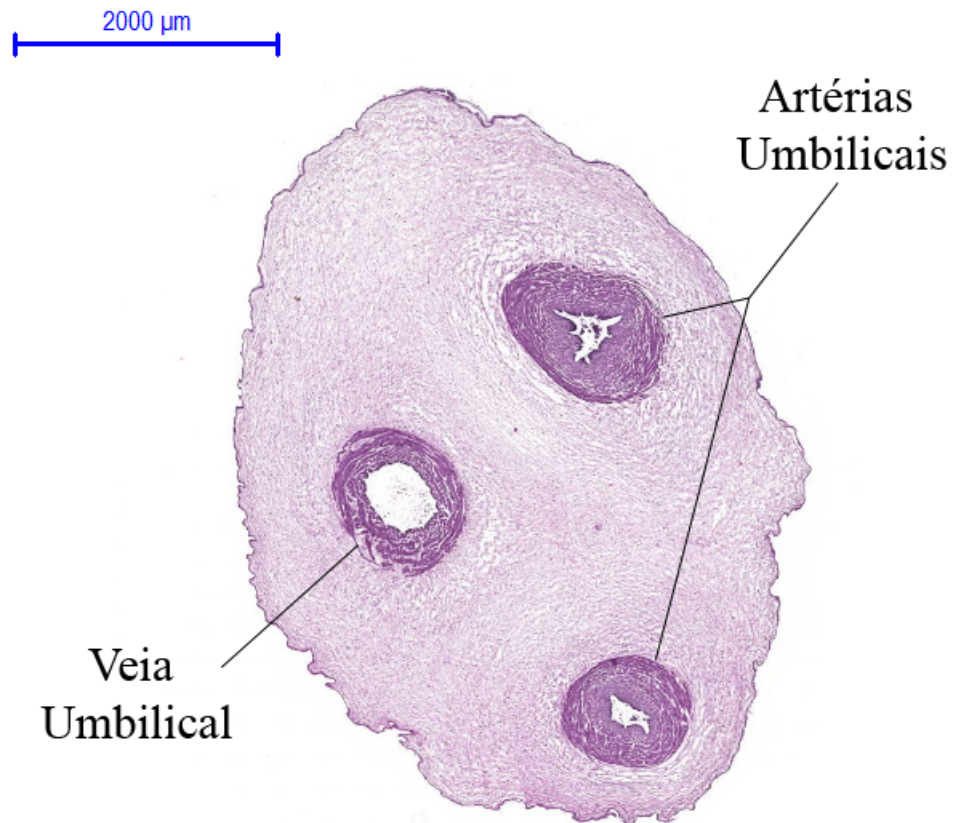


Figura 192. Corte histológico de cordão umbilical de feto humano. Corado em HE. Aumento de 10,28x.

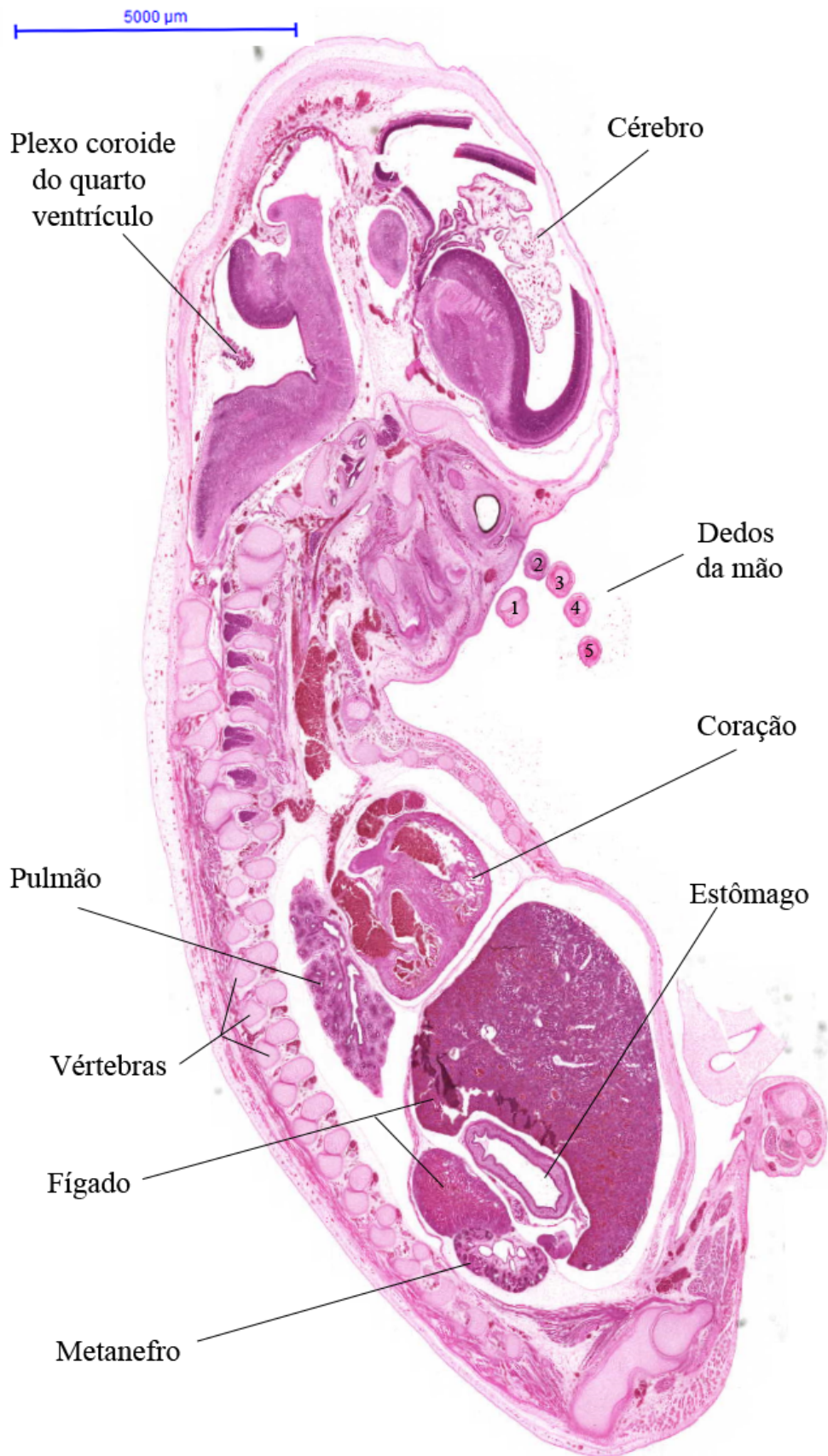


Figura 193. Corte histológico sagital de feto humano de aproximadamente 2 meses de gestação. Corado em HE. Aumento de 4,5x.

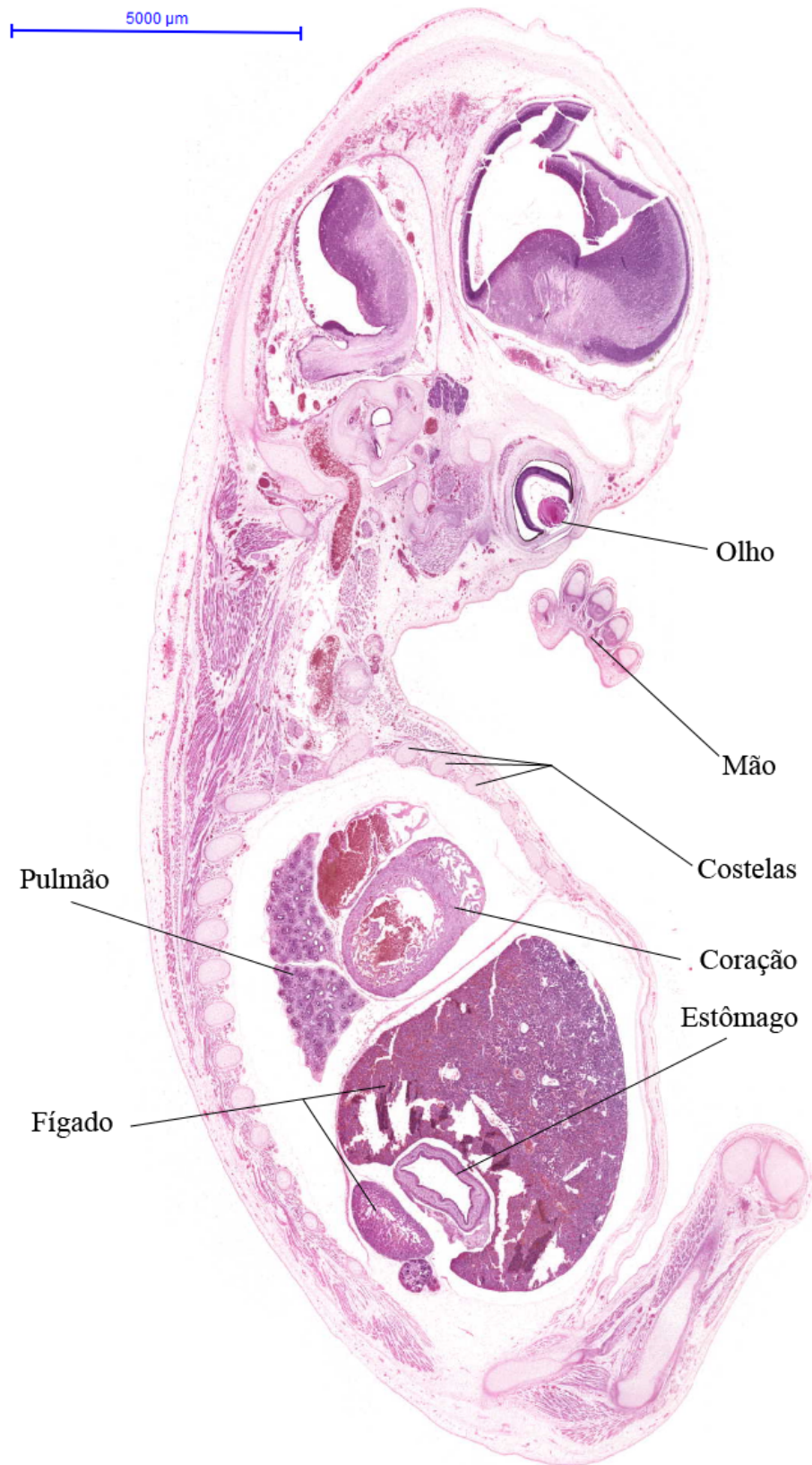


Figura 194. Corte histológico para-sagital de feto humano de aproximadamente 2 meses de gestação. Corado em HE. Aumento de 4,7x.

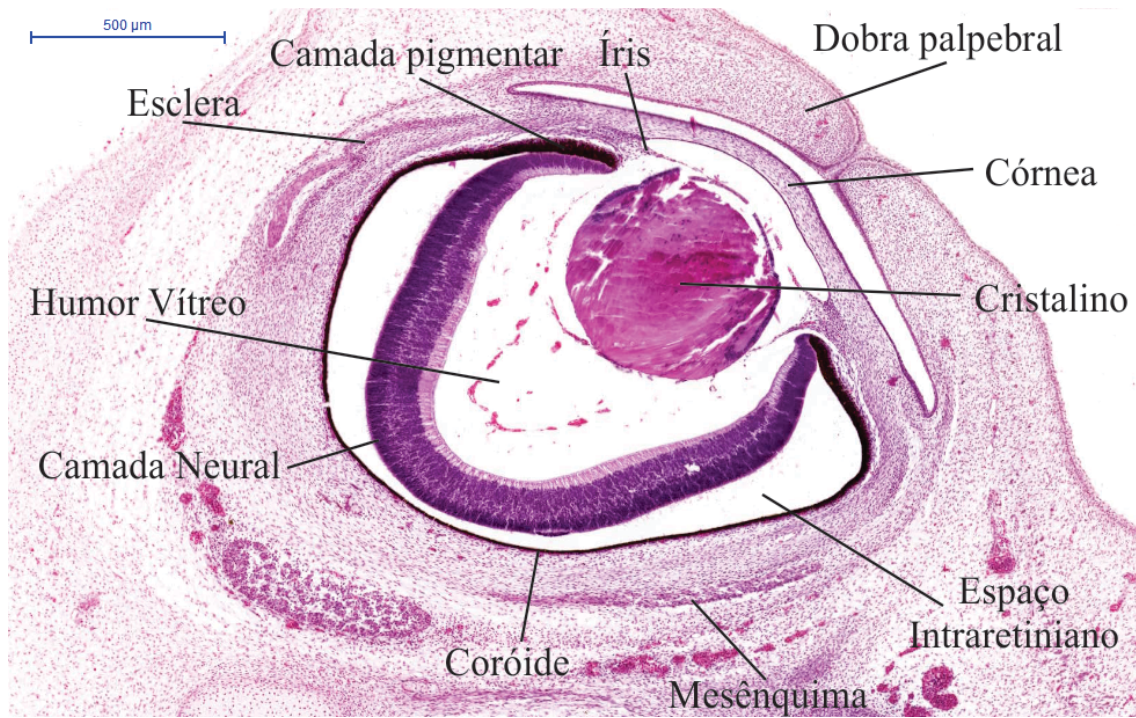


Figura 195. Corte histológico de feto humano, com foco na região do aparelho visual. Corado em HE. Aumento de 50x.

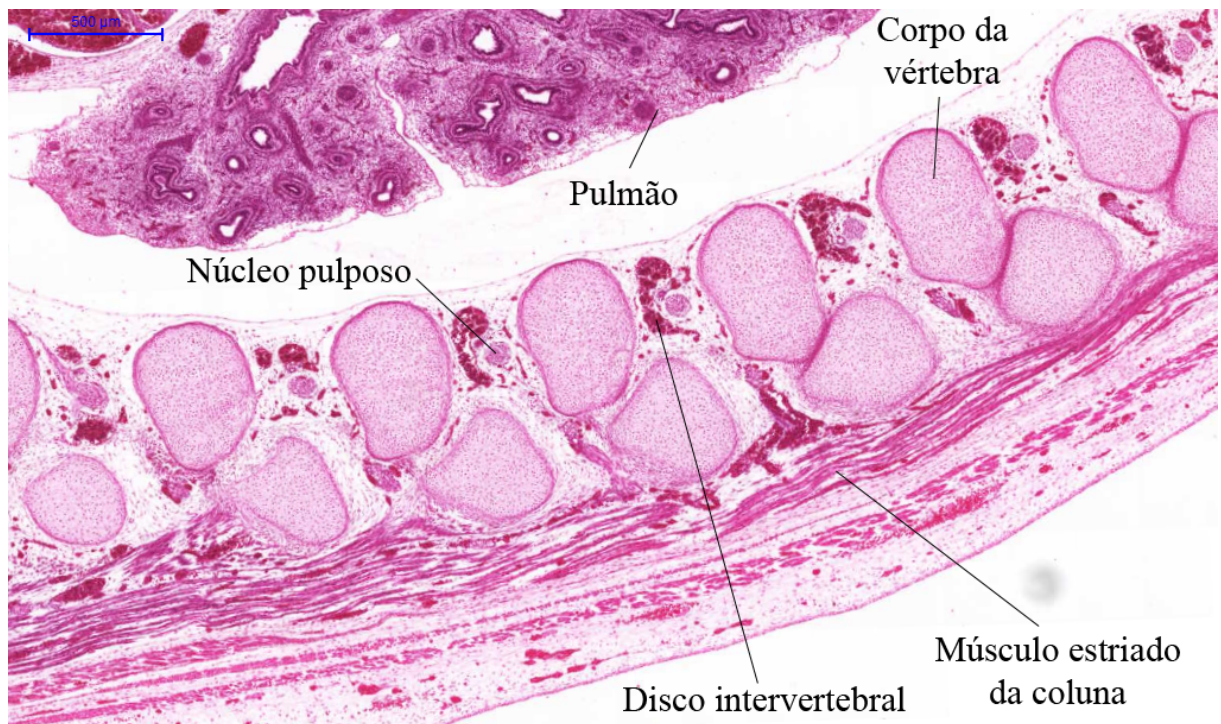


Figura 196. Corte histológico de feto humano, com foco na região das vértebras. Corado em HE. Aumento de 23,2x.

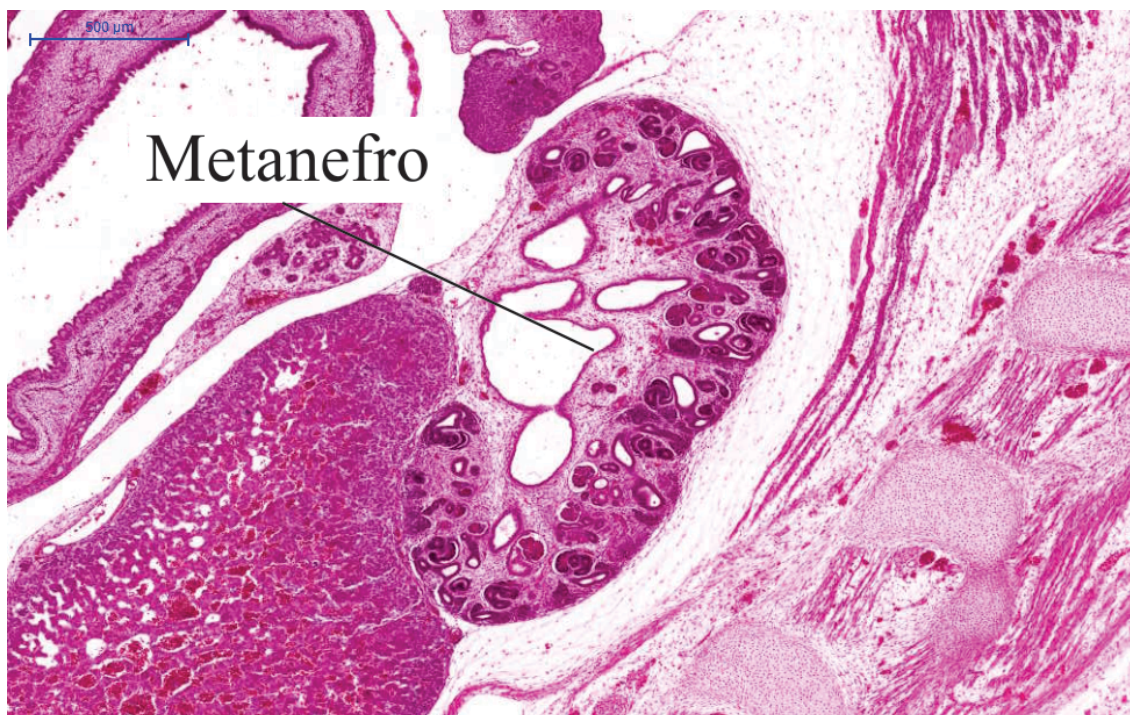


Figura 197. Corte histológico de feto humano, com foco na região do metanefro. Corado em HE. Aumento de 40x.



Figura 198. Corte histológico de ovário de feto humano evidenciando folículos primordiais em formação. Corado em HE. Aumento de 250x.

14. DESENVOLVIMENTO INICIAL DO RATO

Os ratos provavelmente são os modelos mamíferos mais utilizados em laboratório e salas de aula, de tal forma que é importante entender seu desenvolvimento pré-natal. Apesar de similar aos dos humanos, os ratos “não nascem” até o dia pós-natal 12, ou seja, nesses primeiros dias de vida os ratos continuam o desenvolvimento que o ser humano tem dentro do útero até o nascimento por permanecer mais tempo em período gestacional que esses roedores.

Assim, já se percebe que o desenvolvimento desses dois mamíferos não é necessariamente no mesmo ritmo. Os ratos possuem uma infância curta e pré-puberdade acelerada em relação aos humanos. Além disso, diferenças anatômicas e fisiológicas devem ser levadas em consideração no ensino e pesquisa.

Por outro lado, os desenvolvimentos pré-embrionário e embrionário são similares e o capítulo 12 poderá ser usado como base para compreender as secções sagitais de feto de rato a seguir.



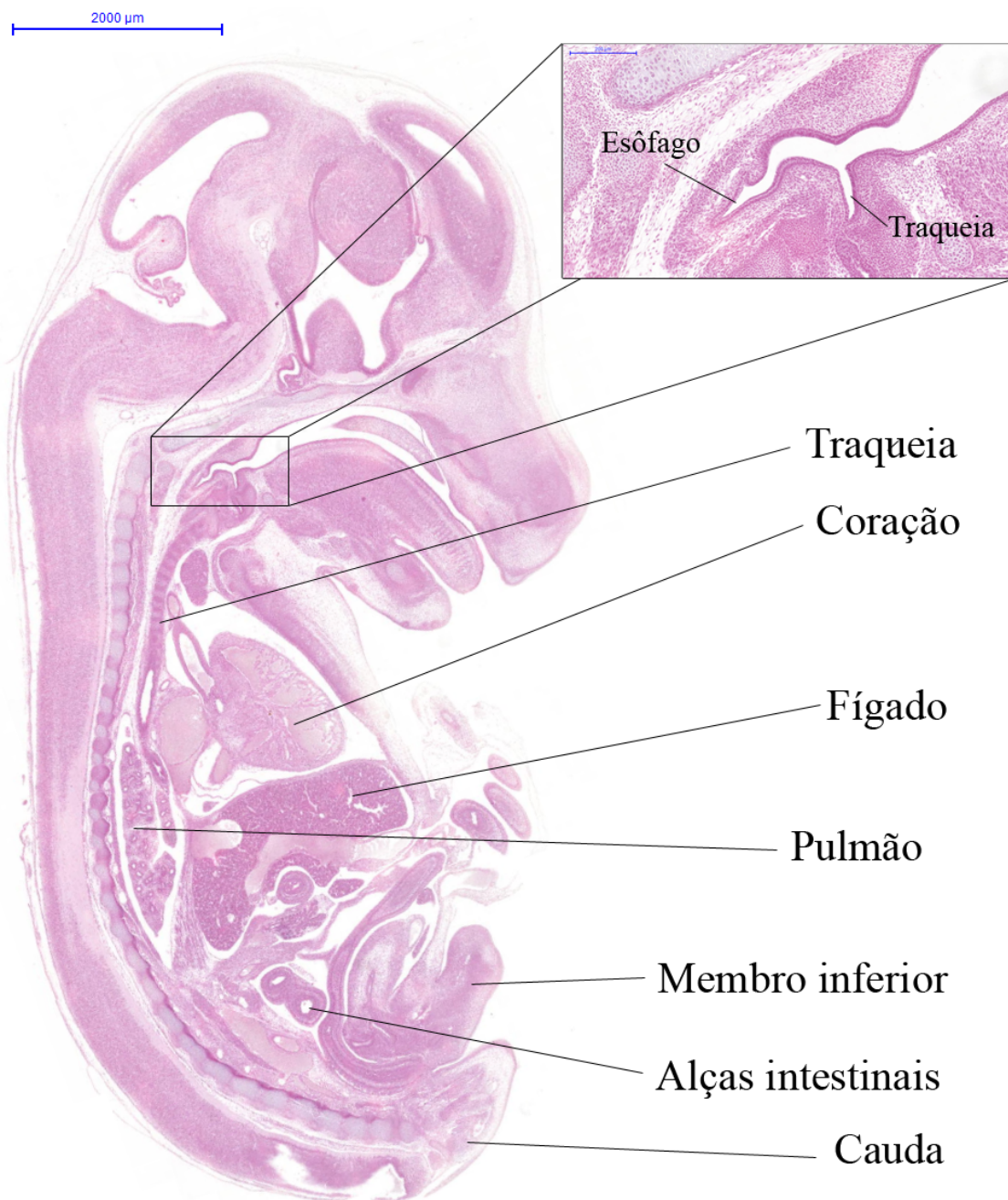


Figura 199. Corte histológico sagital de feto de rato com destaque na região da bifurcação entre esôfago e traqueia. Corado em HE. Aumento de 10x e 88,4x respectivamente.

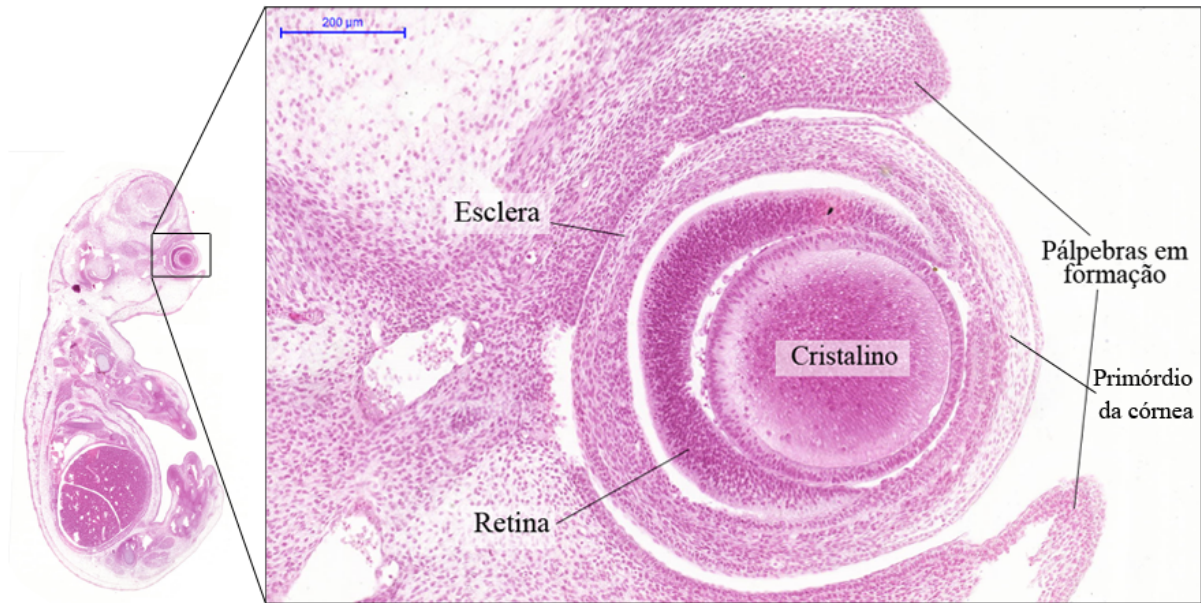


Figura 200. Corte histológico sagital de feto de rato com destaque na região do olho. Corado em HE. Aumento de 65,9x na região focada.

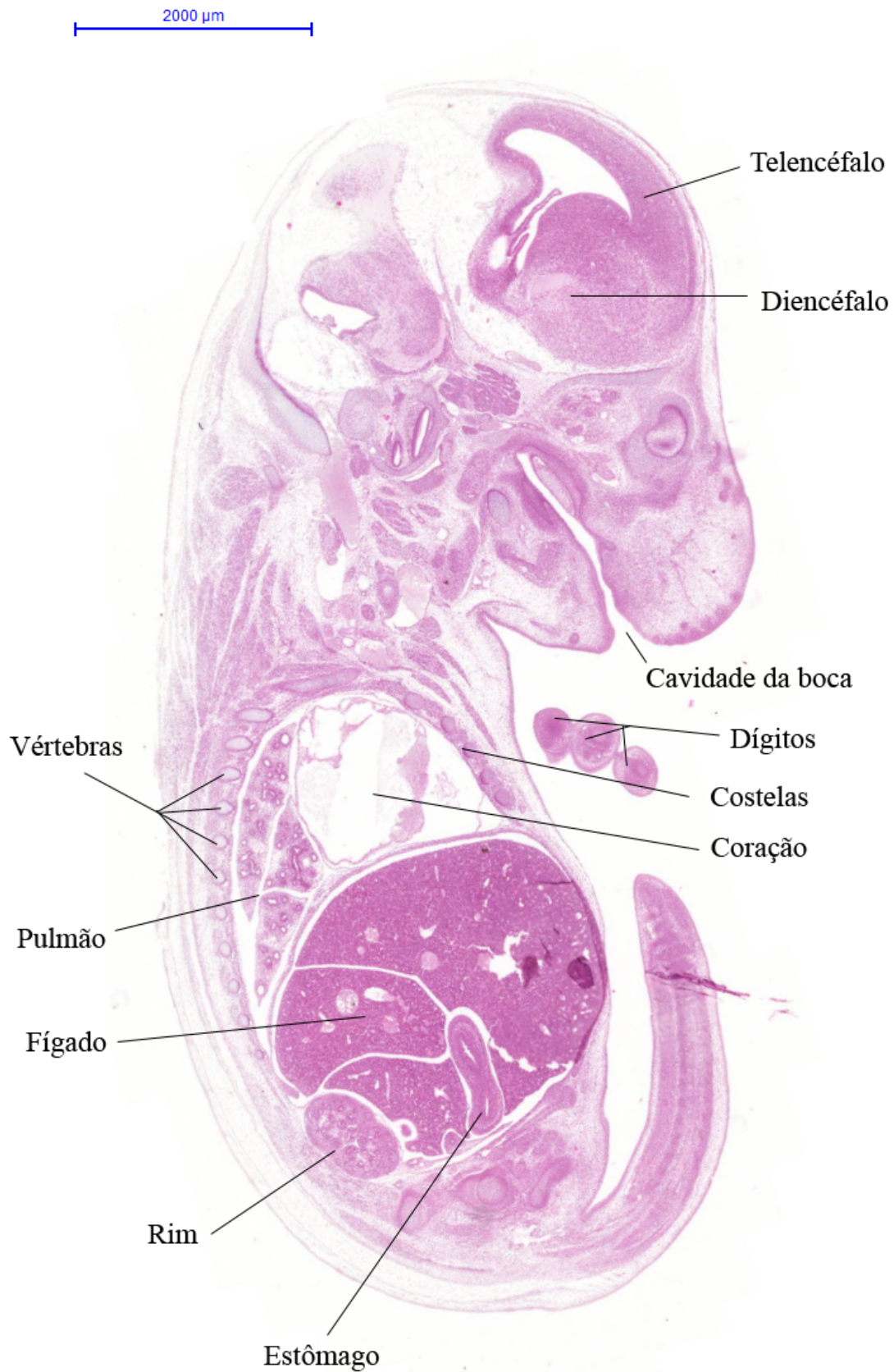


Figura 201. Corte histológico sagital de feto de rato. Corado em HE. Aumento de 9,7x.

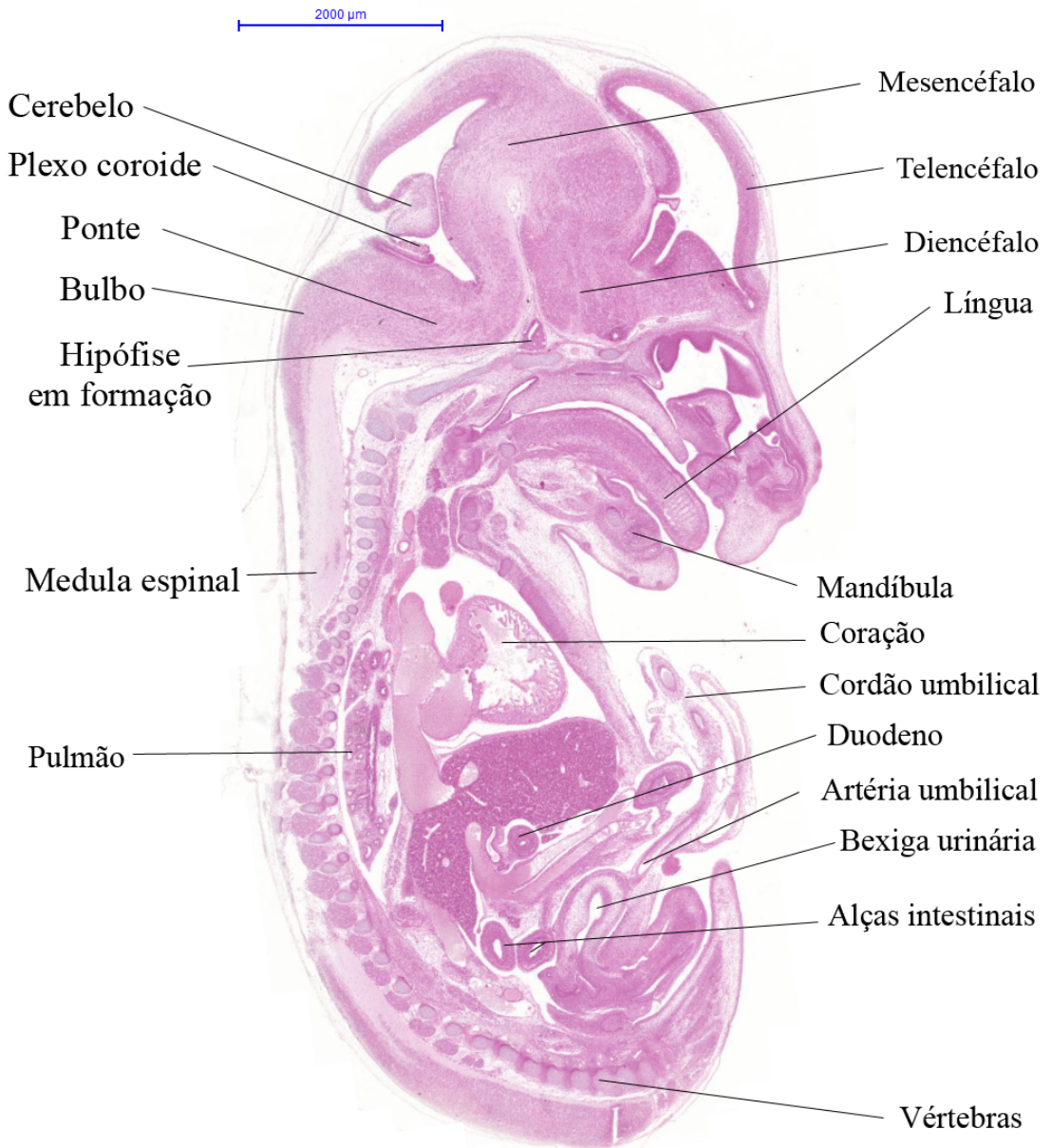


Figura 202. Corte histológico sagital de feto de rato. Corado em HE. Aumento de 10x.

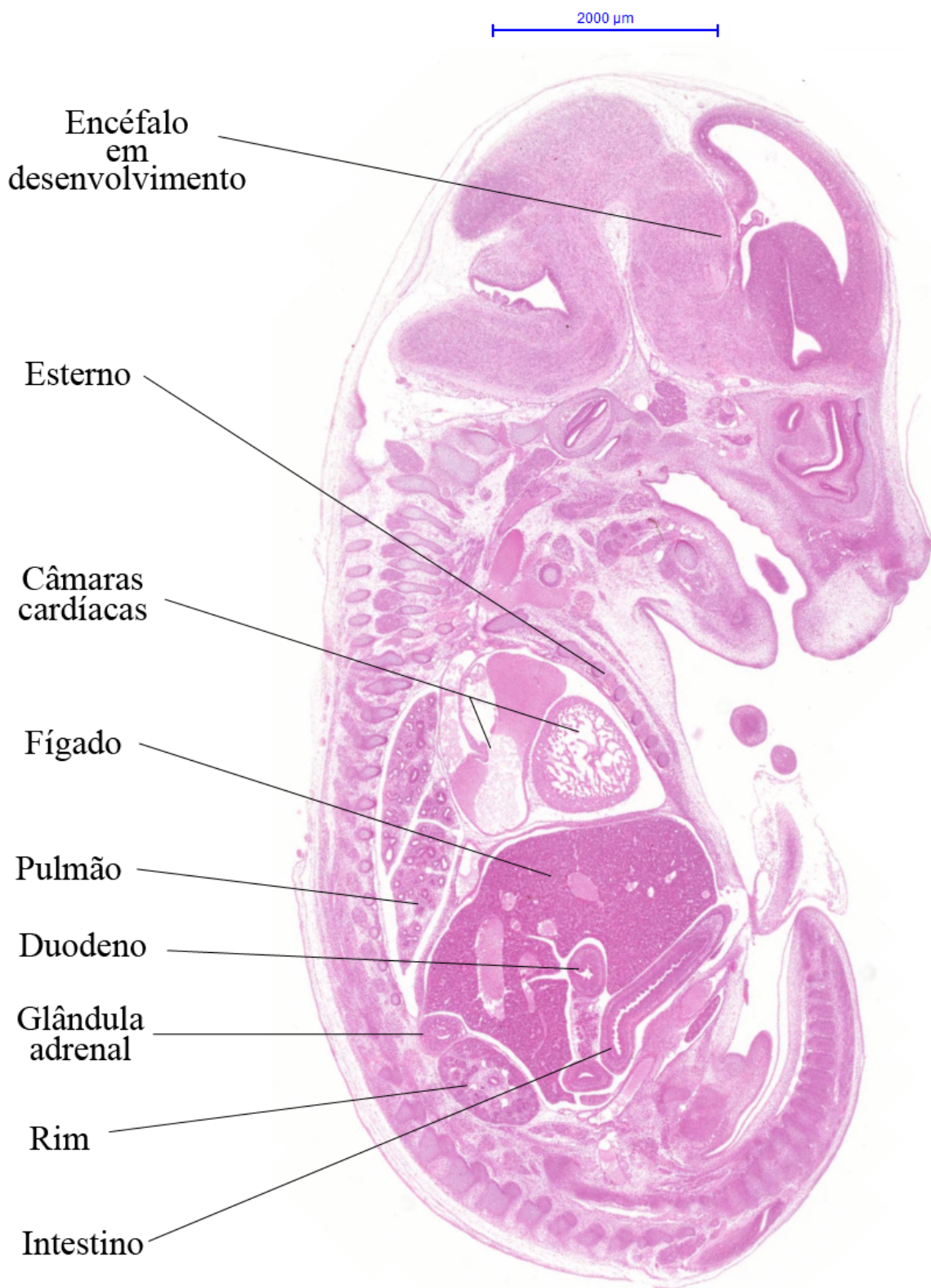


Figura 203. Corte histológico sagital de feto de rato. Corado em HE. Aumento de 10x.

COMPARAÇÃO DA IDADE DOS EMBRIÕES DE DIFERENTES ESPÉCIES NOS ESTÁGIOS CARNEGIE 9, 10, 14, 17 – 18 E 19

Comumente, não é possível utilizar embriões humanos para o ensino ou pesquisa. Dessa forma, buscam-se modelos animais para ser feita a correlação com o desenvolvimento embrionário humano. Para que esta seja feita corretamente, é necessária a compreensão de que cada espécie se desenvolve em um ritmo. A separação do período embrionário em estágios, como os Estágios Carnegie, facilita a comparação de uma espécie com a outra a partir do surgimento de determinadas estruturas. A tabela a seguir sumariza os principais Estágios Carnegie descritos e relaciona com as idades dos embriões de humanos, ratos e galinhas.

ESPÉCIE	ESTÁGIOS CARNEGIE	9	10	11	14	17 - 18	19
Humano	DIAS (aproximadamente)	20	22	24	33	43	48
Rato	DIAS (aproximadamente)	10,5	11	11,5	13	14,5 - 15	15,5
Galinha	HORAS	24	33	48	72	96	144

Tabela adaptada de HILL, M.A. (2017).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

AIRE, T. A. Spermiogenesis in birds. **Spermatogenesis**, v. 4, n. 3, p. e959392, 4 maio 2014.

ANATOMY OF THE 24, 48, 72 AND 120 HOURS ZEBRAFISH (*Danio rerio*) EMBRYO. **ZFIN**. Disponível em: <https://zfin.org/zf_info/anatomy.html>. Acesso em: 23 jul. 2018.

ANDREOLLO, NA; SANTOS, EF; ARAÚJO, MR; LOPES, LR. **Rat's age versus human's age: what is the relationship?** ABCD, arq. bras. cir. dig. vol.25 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2012.

ARRIETA, M. B., SANDOVA, M. T., & BEATRIZÁLVAREZ, B. (2017). **Estructura ovárica y dinámica folicular de Liolaemus azarai (Squamata: Liolaemidae) Ovarian structure and follicular dynamics of Liolaemus azarai (Squamata: Liolaemidae)**. *Caldasia*, 39(2), 247-259.

BRUCE, AEE. **Zebrafish Epiboly: Spreading Thin Over the Yolk**. *Dev. Dyn.*, 245: 244–258. doi:10.1002/dvdy.24353. 2015.

CARLOS, J.; DA MATTA, SLP. **Microscopic Morphology and Testis Morphometry of Captivity-bred Adult Bullfrogs (*Lithobates catesbeianus* Shaw, 1802)**. *Braz. arch. biol. technol.* vol.52 no.6 Curitiba Nov./Dec. 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-891320090006000>. 2009.

COSTA CLS, LIMA SL, ANDRADE DR, AGOSTINHO CA. **Caracterização Morfológica dos Estádios de Desenvolvimento do Aparelho Reprodutor Feminino da Rã-touro, *Rana catesbeiana*, no Sistema Anfigranja de Criação Intensiva**. *R. Bras. Zootec.*, v.27, n.4, p.642-650, 1998.

DE SOUZA SANTOS, LR; DE OLIVEIRA, C. **Histological aspects and structural characteristics of the testes of *Dendropsophus minutus* (Anura, Hylidae)**. *Micron*. 2008 Dec;39(8):1266-70. doi: 10.1016/j.micron.2008.03.006. Epub 2008 Apr 1.



DEVICHE, P.; HURLEY, L. L.; FOKIDIS, H. B. Chapter 2 - Avian Testicular Structure, Function, and Regulation. In: NORRIS, D. O.; LOPEZ, K. H. (Eds.). . **Hormones and Reproduction of Vertebrates**. London: Academic Press, 2011. p. 27–70.

EMBRYOLOGY - CELL 413/613. **Tulane University**. Disponível em: <<http://www.tulane.edu/~embryo/>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

FERREIRA, A., SILVA, D. N., VAN SLUYS, M., & DOLDER, H. (2009). **Seasonal changes in testicular and epididymal histology of the tropical lizard, *Tropidurus itambere* (Rodrigues, 1987), during its reproductive cycle**. Brazilian Journal of Biology, 69(2), 429-435.

GARCIA. SML.; FERNÁNDEZ, CM. **Embriologia**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

GARCÍA-VALDEZ, M. V., SÁNCHEZ-LORIA, O. L., & CHAMUT, S. N. (2019). **Oogenesis and ovarian histology of the South American lizard *Salvator merianae***. Rev. Agron. Noroeste Argent., 39(2), 141-154.

GILBERT, SF. **Biologia do Desenvolvimento**. 5ª ed. Ed.FUNPEC, Ribeirão Preto, SP. 2003. 994p.

GILBERT, SF. **Developmental Biology**. 6th ed. Sunderland (MA): Sinauer Associates; 2000.

GRIBBINS, K. (2011). **Reptilian spermatogenesis: a histological and ultrastructural perspective**. Spermatogenesis, 1(3), 250-269.

GURAYA, S. S. (2013). **Ovarian follicles in reptiles and birds** (Vol. 24). Springer Science & Business Media. 287p.

HERNÁNDEZ-FRANYUTTI, A., & URIBE, M. C. (2012). **Seasonal spermatogenic cycle and morphology of germ cells in the viviparous lizard *Mabuya brachypoda* (Squamata, Scincidae)**. Journal of morphology, 273(11), 1199-1213.

HILL, M.A. **Embryology Carnegie Stage Comparison**. 2017. Disponível em: <https://embryology.med.unsw.edu.au/embryology/index.php/Carnegie_Stage_Comparison>. Acesso em: 23 jul. 2018.

KIMMEL, CB; BALLARD, WW; KIMMEL, SR; ULLMANN, B; SCHILLING, TF. **Stages of Embryonic Development of the Zebrafish**. Institute of Neuroscience, University of Oregon, Eugene, Oregon 97403-1254 (C.B.K., S.R.K., B.U., T.F.S.); Department of Biology, Dartmouth College, Hanover, NH 03755 (W.W.B.). DEVELOPMENTAL DYNAMICS 2032553'10. 1995.

LOZANO, A., RAMÍREZ-BAUTISTA, A., & URIBE, M. C. (2014). **Oogenesis and ovarian histology in two populations of the viviparous lizard *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) from the central Mexican Plateau**. Journal of Morphology, 275(8), 949-960.

LOZANO, A., URIBE, M. C., & RAMÍREZ-BAUTISTA, A. (2015). **Seasonal and continuous spermatogenesis in the viviparous lizard *Sceloporus grammicus*, a study of two populations in contrasting environments from the Central Mexican Plateau**. Zoologischer Anzeiger-A Journal of Comparative Zoology, 254, 72-85.

de MELO BERNARDO, A; CHUVA DE SOUSA LOPES, SM (2014) The Involvement of the Proamnion in the Development of the Anterior Amnion Fold in the Chicken. PLoS ONE 9(3): e92672. doi:10.1371/journal.pone.0092672.

MANNER, HW. **Elements Comparative Vertebrate Embryology**. The Macmillan Company, New York. 1989.

MARTÍNEZ-TORRES, M., HERNÁNDEZ-CABALLERO, M. E., ALVAREZ-RODRIGUEZ, C., LUIS-DÍAZ, J. A., & ORTÍZ-LÓPEZ, G. (2003). **Luteal development and progesterone levels during pregnancy of the viviparous temperate lizard *Barisia imbricata imbricata* (Reptilia: Anguidae)**. General and Comparative Endocrinology, 132(1), 55-65.

MAZZONI, TS.; BOMBARDELLI, RA.; QUAGIO-GRASSIOTTO, I. (2020) **Reproductive Biology of Neotropical Fishes: A Guide to Identification to the Gonadal Morphology During the Reproductive Cycle of Catfish *Rhamdia quelen* (Siluriformes: Heptapteridae)**. AQUATIC SCIENCE AND TECHNOLOGY 8(2), 15-35.

MOORE, KL.; PERSAUD, TVN.; TORCHIA, MG. **Embriologia Clínica**. 9ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 540 p

PATTEN, BM. **Early embryology of the chick**. New York: McGRAW-HILL BOOK COMPANY, INC, 1957.

PEWHOM, A., & SRAKAEW, N. (2020). **Microanatomy of the testes and testicular ducts of the butterfly lizard, *Leiolepis ocellata* Peters, 1971 (Reptilia: Squamata: Agamidae) during the active reproductive period**. Acta Zoologica, 101(1), 51-68.

RODRIGUES, LP; QUEROL, E; BRACCINI, MC. **Descrição morfo-histológica do ovário de *Acestrorhynchus pantaneiro* (menezes, 1992) (teleostei, characidae), em seus diferentes estádios de desenvolvimento, na bacia do rio uruguai médio, uruguaiana, RS**. Biodiversidade Pampeana, PUCRS, Uruguaiana ISSN 1679-6179 3:11-18, 28 de dezembro de 2005.

SCHOENWOLF, GC.; BLEYL, SB.; BRAUER, PR.; FRANCIS-WEST, P.H. **Larsen – Embriologia Humana**. 4ª ed. Elsevier, Rio de Janeiro. 2009.

SCHOENWOLF, GC. **Laboratory studies of vertebrate and invertebrate embryos: guide and Atlas of descriptive and experimental development**. 8th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2005.

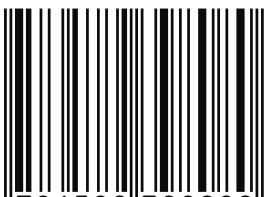
SRETARUGSAA P, WEERACHATYANUKULA W, CHAVADEJA J, KRUATRACHUEB M, SOBHONA P. **Classification of Developing Oocytes, Ovarian Development and Seasonal Variation in *Rana tigrina***. ScienceAsia 27 (2001): 1-14. 2001.

ZEBRAFISH ATLAS SLIDES. **Bio-Atlas** at the Jake Glitten Laboratories for Cancer Research. Disponível em: <<http://bio-Atlas.psu.edu/zf/progress.php>>. Acesso em: 23 jul. 2018.



ISBN: 978-65-89398-08-0

CRL



9 786589 398080

NEAD.TIS



unesp
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"