

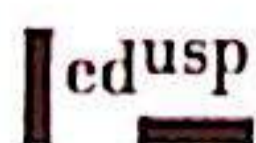
Chordata



Acadêmica 1



Reitor Flávio Fava de Moraes
Vice-reitora Myriam Krasilchik



EDITORA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Presidente Sérgio Miceli Pessoa de Barros
Diretor Editorial Plínio Martins Filho
Editor-assistente Rodrigo Lacerda

Comissão Editorial Sérgio Miceli Pessoa de Barros (Presidente)
Davi Arrigucci Jr.
José Augusto Penteado Aranha
Oswaldo Paulo Forattini
Tupã Gomes Corrêa

Chordata

Manual para um Curso Prático

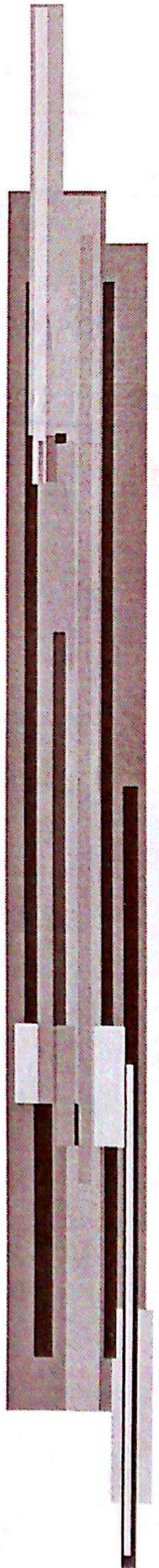
Elizabeth Höfling

Ana Maria de Souza Oliveira

Miguel Trefaut Rodrigues

Eleonora Trajano

Pedro Luís Bernardo da Rocha



Copyright © 1995 by Elizabeth Höfling, Ana Maria de Souza Oliveira, Miguel Trefaut Rodrigues, Eleonora Trajano, Pedro Luís Bernardo da Rocha.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Chordata: Manual para um Curso Prático / Elizabeth Höfling *et al.* – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995. – (Acadêmica; 1)

Outros autores: Ana Maria de Souza Oliveira, Miguel Trefaut Rodrigues, Eleonora Trajano, Pedro Luís Bernardo da Rocha.

Bibliografia.
ISBN 85-314-0275-1

I. Chordata 2. Anatomia Comparada I. Höfling, Elizabeth II. Oliveira, Ana Maria de Souza. III. Rodrigues, Miguel Trefaut. IV. Trajano, Eleonora. V. Rocha, Pedro Luís Bernardo. VI. Série. 95-1217 CDD-560

Índices para catálogo sistemático:

I. Chordata: Anatomia Comparada. 560

Direitos reservados à

Edusp – Editora da Universidade de São Paulo
Av. Prof. Luciano Gualberto, Travessa J, 374
6º andar – Ed. da Antiga Reitoria – Cidade Universitária
05508-900 – São Paulo – SP – Brasil Fax (011) 211-6988
Tel. (011) 813-8837 / 818-4156 / 818-4160

Printed in Brazil 1995

Foi feito o depósito legal

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| PRÓLOGO | 9 |
| APRESENTAÇÃO | 11 |
| 1 OS CHORDATA | 13 |
| 2 EIXOS, PLANOS E CORTES | 19 |
| 3 FOLHETOS GERMINATIVOS E SEUS DERIVADOS | 25 |
| 4 PROTOCOLADOS | 33 |
| 5 AGNATHA | 45 |
| 6 CHONDRICHTHYES | 53 |
| 7 OSTEICHTHYES | 57 |
| 8 AMPHIBIA | 63 |
| 9 CHELONIA, CROCODYLIA E LEPIDOSAUROMORPHA | 69 |
| 10 AVES | 79 |
| 11 MAMMALIA | 93 |
| 12 ANATOMIA COMPARADA | 109 |
| 13 TEGUMENTO E ANEXOS | 113 |
| 14 MORFOLOGIA EXTERNA | 119 |
| 15 MUSCULATURA | 127 |
| 16 ESQUELETO | 137 |
| 17 SISTEMA DIGESTIVO | 165 |
| 18 SISTEMA RESPIRATÓRIO | 173 |
| 19 SISTEMA CARDIOVASCULAR | 177 |
| 20 SISTEMA UROGENITAL | 189 |
| 21 SISTEMA NERVOSO | 195 |
| 22 ÓRGÃOS SENSORIAIS | 203 |
| BIBLIOGRAFIA GERAL | 229 |
| ÍNDICE REMISSIVO | 231 |
| SOBRE OS AUTORES | 241 |

PRÓLOGO

Há muitos anos os professores que ministram a disciplina “Vertebrados” no Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP) vêm elaborando guias para a parte prática do curso. Muitos desses guias começaram a ser preparados na década de 60 pelos Profs. Drs. Erika Schlenz, Gilberto Righi, Sérgio de Almeida Rodrigues e Walter Narchi, ainda quando a abordagem do estudo dos Chordata enfatizava, seguindo uma tendência comum na época, a descrição anatômica, a biologia e a diversidade dos grupos, estudando-se cada Classe isoladamente. Em 1980, a disciplina passou por uma reformulação com a participação dos Profs. Drs. Naércio Aquino Menezes e Heraldo Antonio Britski e foi dividida em dois grandes blocos: o primeiro tratando do estudo da diversidade, da sistemática e da biologia dos principais grupos de Chordata e, o segundo, do estudo da anatomia comparada dos vertebrados por sistemas e órgãos. Desde então, os guias de aulas sofreram uma série de modificações e atualizações, resultando nesta obra *Chordata: Manual para um Curso Prático*.

Para a versão final do livro contamos com a colaboração de muitos colegas em suas respectivas áreas de especialidade, como os Profs. Drs. Douglas Zago (embriologia), Sérgio de Almeida Rodrigues (protocordados), Naércio Aquino Menezes (peixes) e Dr. Hélio F. de Almeida Camargo (aves). O Prof. Jaime Aparecido Bertoluci elaborou a Tabela III e o Prof. Frederico Lencioni Neto, a Figura 18.

O texto passou pela cuidadosa revisão do Prof. Dr. Paulo Pasquarelli.

O convênio CAPES/PADCT, coordenado pela Profa. Dra. Vera Lucia Imperatriz Fonseca, forneceu o suporte financeiro necessário à elaboração das figuras que ilustram o livro.

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) também deu suporte financeiro às pesquisas de três dos autores (E.H., M.T.R. e E.T.) durante a elaboração deste trabalho.

As secretárias do Departamento de Zoologia (IB-USP), Marly Salviano de Almeida, Abigail Lais de Barros Bartholomeu e Shirlei Lúcio de Noronha, colaboraram em vários momentos na digitação dos textos. As bibliotecárias do Instituto de Biociências (USP) auxiliaram no tocante às referências bibliográficas.

Ao longo de todos estes anos, professores, alunos e monitores da disciplina “Vertebrados” que utilizaram os guias preliminares fizeram sugestões para aprimorá-los. Isso contribuiu de um modo relevante para o resultado final deste manual .

A todos, os nossos agradecimentos.

Os autores.

APRESENTAÇÃO

Chordata: Manual para um Curso Prático destina-se aos professores e alunos das disciplinas zoológicas que tratam dos cordados nos cursos de Ciências Biológicas das diferentes instituições brasileiras de ensino superior. Tem como base a disciplina Vertebrados, do Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, cuja carga horária é de 120 h/aula. Este manual poderá também ser utilizado, total ou parcialmente, em disciplinas afins. Os assuntos abordados são apresentados em capítulos que correspondem a aulas independentes. Dependendo do material disponível para as aulas práticas, o tempo a ser utilizado em cada uma delas é de duas a quatro horas.

O curso sobre Chordata, quando ministrado após adquiridos os conhecimentos básicos de Histologia e Embriologia, tem um melhor aproveitamento por parte dos estudantes, uma vez que os principais conceitos dessas disciplinas já foram assimilados. A familiarização com estes conceitos não só facilita o reconhecimento dos diferentes tecidos das estruturas anatômicas, como permite a compreensão da organogênese e torna mais simples a verificação da homologia entre as estruturas.

Os três primeiros capítulos (Os Chordata; Eixos, Planos e Cortes; Folhetos Germinativos e Seus Derivados) são introdutórios e pretendem fornecer informações necessárias para o acompanhamento do curso proposto pelo manual.

Os capítulos 4 a 11 referem-se à biologia, diversidade e filogenia dos grupos de cordados. Seu objetivo principal é a apresentação do padrão morfológico básico dos Chordata e da diversidade de formas originadas a partir dele, principalmente baseando-se em análise de animais da fauna brasileira. Além disso, para cada grupo

é apresentada uma classificação, que é uma das possíveis existentes, servindo de ponto de partida às discussões críticas sobre a taxonomia dos Chordata.

Os capítulos 12 a 22 tratam da Anatomia Comparada dos vertebrados e neles são abordados os diferentes sistemas e órgãos, usando-se para as dissecções animais facilmente encontrados em criadouros e biotérios. O capítulo 16 (Esqueleto) é o mais extenso deles por tratar de um dos assuntos que melhor se prestam aos estudos filogenéticos dos vertebrados, diante do extenso documentário fóssil existente. Além disso, a preparação de material (crânios e esqueletos completos) da fauna atual para esses estudos comparativos é relativamente simples e as peças podem ser utilizadas nas instituições de ensino de Ciências Biológicas.

Por se tratar de um manual para aulas práticas, este livro procura dar ênfase às estruturas importantes mais facilmente observáveis. Além disso, não foi nossa intenção abordar os aspectos teóricos do estudo dos cordados, de modo que o texto apresentado é o mais sintético possível. Assim sendo, esse material deve ser utilizado como uma fonte complementar ao curso sobre os Chordata. Na bibliografia são citados vários outros títulos relacionados ao tema que poderão ser utilizados como livros-texto.

O manual inclui um grande número de ilustrações, entre figuras e esquemas, produzidas especialmente para este livro por um de nós (P.L.B.R.). A maior parte delas foi elaborada a partir do acervo didático do Departamento de Zoologia do IB-USP e de animais dissecados para esse fim. Elas têm a finalidade de facilitar o estudo dos tópicos e estruturas abordados nas aulas práticas, bem como a de indicar os passos nos processos de dissecção. Para facilitar a consulta das ilustrações, procurou-se associá-las a um sistema auto-suficiente de dísticos, evitando-se abreviações. Apenas três ilustrações não são totalmente originais, tendo sido modificadas de outras presentes na bibliografia especializada.

As figuras usualmente estão incluídas nos capítulos que tratam dos assuntos por elas ilustrados. Contudo, a fim de se facilitar a compreensão dos diferentes sistemas de órgãos dos vertebrados estudados, as sucessivas etapas de dissecção do peixe, anuro, ave e mamífero foram dispostas em seqüência, após o último capítulo do livro.

1



OS CHORDATA

O filo Chordata inclui organismos deuterostômios – vertebrados e invertebrados – que compartilham, em algum estágio ontogenético, certas características morfológicas que indicam a existência de um ancestral comum. Esses caracteres são: **notocorda**, um elemento de suporte esquelético longitudinal e dorsal; **tubo nervoso dorsal**, oco, de origem ectodérmica e localizado sobre e ao longo da notocorda; **fendas faríngeas** pares, situadas na parede lateral da faringe, primitivamente verticais; **cauda muscular pós-anal**.

Essas características ocorrem invariavelmente nos estágios iniciais do desenvolvimento de todos os cordados e podem ou não persistir no adulto. A notocorda é uma estrutura embrionária conspícua e, no adulto dos vertebrados, é em grande parte ou quase totalmente substituída por elementos ósseos da coluna vertebral. O tubo nervoso dorsal é bem desenvolvido nos adultos de todos os vertebrados, estando reduzido a um gânglio neural nos adultos de certos protocordados, como as ascídias, as salpas e os dolíolos. As fendas faríngeas, presentes em todos os cordados (pelo menos durante a fase embrionária), são freqüentemente denominadas fendas branquiais. A utilização desta terminologia é inadequada quando aplicada às fendas faríngeas de todos os cordados, pois em alguns protocordados atuais e na maioria dos vertebrados terrestres a faringe não é um órgão relacionado com a respiração aquática, ou seja, não apresenta brânquias. A cauda muscular pós-anal apresenta diferentes graus de desenvolvimento e pode estar ausente no adulto.

Atualmente, são reconhecidas três subdivisões do Filo Chordata: o Subfilo Cephalochordata (anfioxos), o Subfilo Urochordata (ascídias e formas afins) e o Subfilo Vertebrata (vertebrados).

1.1. ESTUDO DA DIVERSIDADE NOS CHORDATA

Os meios de comunicação têm divulgado e discutido intensamente problemas relacionados com a diversidade biológica. Isto é de certo modo natural, pois uma das maiores crises da atualidade vem do fato de se estar assistindo ao desaparecimento de milhares de espécies e de seus habitats naturais. Qualquer tentativa de resolver ou de minimizar essa erosão da biodiversidade deve ser precedida por estudos que levem à elaboração de propostas racionais e bem fundamentadas de proteção aos ecossistemas naturais. Assim, um dos mais importantes papéis do biólogo na sociedade moderna é atuar nessa área, descrevendo a biodiversidade, estudando o parentesco entre os organismos, sua ecologia e história evolutiva.

O primeiro passo para a formação de um biólogo capacitado para esse tipo de atuação é familiarizar-se com os grandes grupos de organismos, aprendendo a reconhecê-los, utilizando as ferramentas disponíveis (chaves de identificação, descrições de táxons, desenhos etc.). Esse tipo de exercício leva à identificação dos caracteres **diagnósticos** que têm sido utilizados na classificação dos diferentes grupos de organismos.

A **sistemática** é o estudo das relações de parentesco entre os seres vivos, e seu resultado manifesta-se na forma de uma **classificação**. Classificar, ou seja, agrupar entidades de acordo com atributos em comum, é uma atividade permanente do ser humano. Para um mesmo conjunto de entidades podem existir diferentes agrupamentos ou classificações, conforme o tipo de atributos, ou **caracteres**, utilizados. Desse modo, diferentes classificações terão diferentes conteúdos informativos. Em Biologia Comparada, a classificação desejável é aquela que melhor exprime as relações de parentesco entre os organismos, refletindo assim a história evolutiva. Embora nos últimos vinte anos tenham existido controvérsias entre diferentes escolas de classificação, o método atualmente mais aceito de reconstrução da **filogenia** (relações de parentesco) de grupos de organismos é o da **sistemática filogenética** ou **cladística**. Uma boa introdução às escolas de sistemática, com descrição do método cladístico e do pensamento das demais escolas de classificação, pode ser encontrada em AMORIN (1994). Nessa publicação e em POUGH *et al.* (1993) são definidos termos aqui utilizados, tais como **sinapomorfia**, **grupos monofilético** e **parafilético** etc.

A **sistemática** é uma área de estudo extremamente dinâmica, sendo que as classificações resultantes podem variar de acordo com o tipo de enfoque, com os **caracteres** utilizados para construí-la, ou mesmo com o esforço dedicado ao estudo do grupo. Dificilmente serão encontradas duas classificações exatamente iguais. Optou-se, aqui, por classificações que combinam resultados obtidos por diferentes autores, as quais devem ser tomadas como ponto de partida para discussão, e não

como uma solução definitiva. A classificação geral dos Chordata atuais (Quadro 1) baseia-se principalmente em NELSON (1984) e BENTON (1990). Por uma questão de simplificação, o táxon Tetrapoda foi considerado como Superclasse, embora num esquema cladístico estrito ele devesse estar incluído nos Sarcopterygii, em nível igual ou inferior ao de Ordem. Do mesmo modo, o táxon Aves deveria estar incluído nos Archosauromorpha em nível similar ao dos Crocodylia, e os Mammalia, nos répteis Synapsida, que incluem as formas fósseis ancestrais dos mamíferos.

A distribuição geográfica dos organismos é um elemento importante no estudo da sistemática. Sabe-se que padrões concordantes de distribuição dão indicações importantes sobre a história do grupo. A partir desses padrões foram definidas, desde o século passado, as grandes regiões zoogeográficas do globo (Fig. 1), caracterizadas por faunas mais ou menos distintas entre si. Nas classificações de cada grupo de tetrápodes deste manual, faz-se menção à sua ocorrência nessas regiões.

Embora não sejam imprescindíveis para a construção de filogenias, dados sobre a idade geológica dos grupos podem ser importantes para melhor se compreender sua história evolutiva. A Tabela I traz a coluna geológica com os principais eventos que marcaram as eras e os períodos geológicos, para que se tenha uma noção da idade mínima dos grandes grupos de Vertebrata .

Quadro 1. UMA CLASSIFICAÇÃO SIMPLIFICADA DOS CHORDATA ATUAIS

Filo Chordata

Subfilo Urochordata (= Tunicata)

Classe Ascidiacea (ascídias)

Classe Thaliacea (dolíolos)

Classe Appendicularia (= Larvacea) (apendiculárias)

Subfilo Cephalochordata (anfioxos)

Subfilo Vertebrata (= Craniata)

Superclasse Agnatha

Classe Myxini (feiticeiras)

Classe Cephalaspidomorphi (lampreias)

Superclasse Gnathostomata

Classe Chondrichthyes

Subclasse Elasmobranchii (cações, raias)

Subclasse Holocephali (quimeras)

Classe Osteichthyes

Subclasse Dipneusti (= Dipnoi) (peixes-pulmonados)

Subclasse Crossopterygii

Subclasse Actinopterygii

Infraclasse Chondrostei (esturjões, peixes-espátula)

Infraclasse Neopterygii

Divisão Ginglymodi (*Lepisosteus*)

Divisão Halecostomi

Subdivisão Halecomorphi (*Amia*)

Subdivisão Teleostei

Superclasse Tetrapoda

Classe Amphibia

Subclasse Lissamphibia

Ordem Gymnophiona (cobras-cegas)

Ordem Urodela (= Caudata) (salamandras)

Ordem Anura (sapos, rãs, pererecas)

Classe Reptilia

Subclasse Anapsida

Ordem Chelonia (= Testudinata) (tartarugas, cágados, jabutis)

Subclasse Diapsida

Infraclasse Lepidosauromorpha

Ordem Rhynchocephalia (tuatara)

Ordem Squamata (lagartos, serpentes, cobras-de-duas-ca-beças)

Infraclasse Archosauromorpha

Ordem Crocodylia (jacarés, crocodilos, gaviais)

Classe Aves

Classe Mammalia

Ordem Monotremata (eqüidnas, ornitorrinco)

Subclasse Theria

Infraclasse Metatheria (marsupiais)

Infraclasse Eutheria (placentários)

Tabela I. COLUNA GEOLÓGICA: PRINCIPAIS ETAPAS DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

| ERAS | PERÍODOS | ÉPOCAS | PRINCIPAIS EVENTOS BIOLÓGICOS | |
|--------------------------|---------------|---|---|--|
| CENOZÓICA ±67 m.a. | Quaternário | Holoceno | | |
| | | Pleistoceno | Extinção de vários grupos de mamíferos | |
| | 1,5 m.a. | | | |
| | Terciário | Plioceno | | |
| | | Mioceno | Expansão das formações abertas e das gramíneas | |
| | | Oligoceno | Segunda expansão dos mamíferos | |
| Eoceno | | Surgimento da maioria das Ordens de aves modernas | | |
| | Paleoceno | Primeira expansão dos mamíferos | | |
| 67 m.a. | | | | |
| MESOZÓICA ±168 m.a. | Cretáceo | | Extinção dos dinossauros, ictiossauros, plesiossauros e pterossauros. Extinção de cefalópodes amonóides e belemnóides. Declínio das cicadáceas. Aparecimento e expansão das angiospermas. | |
| | 145 m.a. | | | |
| | Jurássico | | Aparecimento do <i>Archaeopteryx</i> . Apogeu das coníferas. | |
| 205 m.a. | | | | |
| | Triássico | | Aparecimento dos mamíferos, <i>Protoavis</i> , dinossauros, pterossauros, ictiossauros e plesiossauros. Início da expansão das cicadáceas. | |
| 245 m.a. | | | | |
| PALEOZÓICA ±335 m.a. | Permiano | | Redução drástica da diversidade de anfíbios. Extinção dos trilobitas e de vários grupos de briozoários, braquiópodes e equinodermos. | |
| | 285 m.a. | | | |
| | Carbonífero | | Aparecimento dos Amniota e das coníferas. Apogeu das pteridófitas. Extinção dos graptozoários. | |
| | 360 m.a. | | | |
| | Devoniano | | Aparecimento dos anfíbios, cefalópodes amonóides e insetos. Diversificação dos Chondrichthyes e Osteichthyes. | |
| | 405 m.a. | | | |
| | Siluriano | | Primeiras plantas terrestres, artrópodes terrestres e peixes com maxilas (Placodermi e Acanthodi). | |
| 440 m.a. | | | | |
| | Ordoviciano | | Surgem os primeiros vertebrados (ostracodermes) | |
| 505 m.a. | | | | |
| | Cambriano | | Aparecimento dos graptozoários, braquiópodes, moluscos, equinodermos (crinóides), trilobitas e outros invertebrados. | |
| 570 m.a. | | | | |
| PRÉ-CAMBRIANA ±4 b.a. | Pré-cambriano | | Os indícios da vida no pré-cambriano são escassos. Os fósseis mais antigos datam de 3,5 bilhões de anos e consistem em estruturas calcárias formadas por cianobactérias. Rochas do período superior do pré-cambriano apresentam vestígios de fungos, radiolários e medusas. | |

m.a. = milhões de anos; b.a. = bilhões de anos

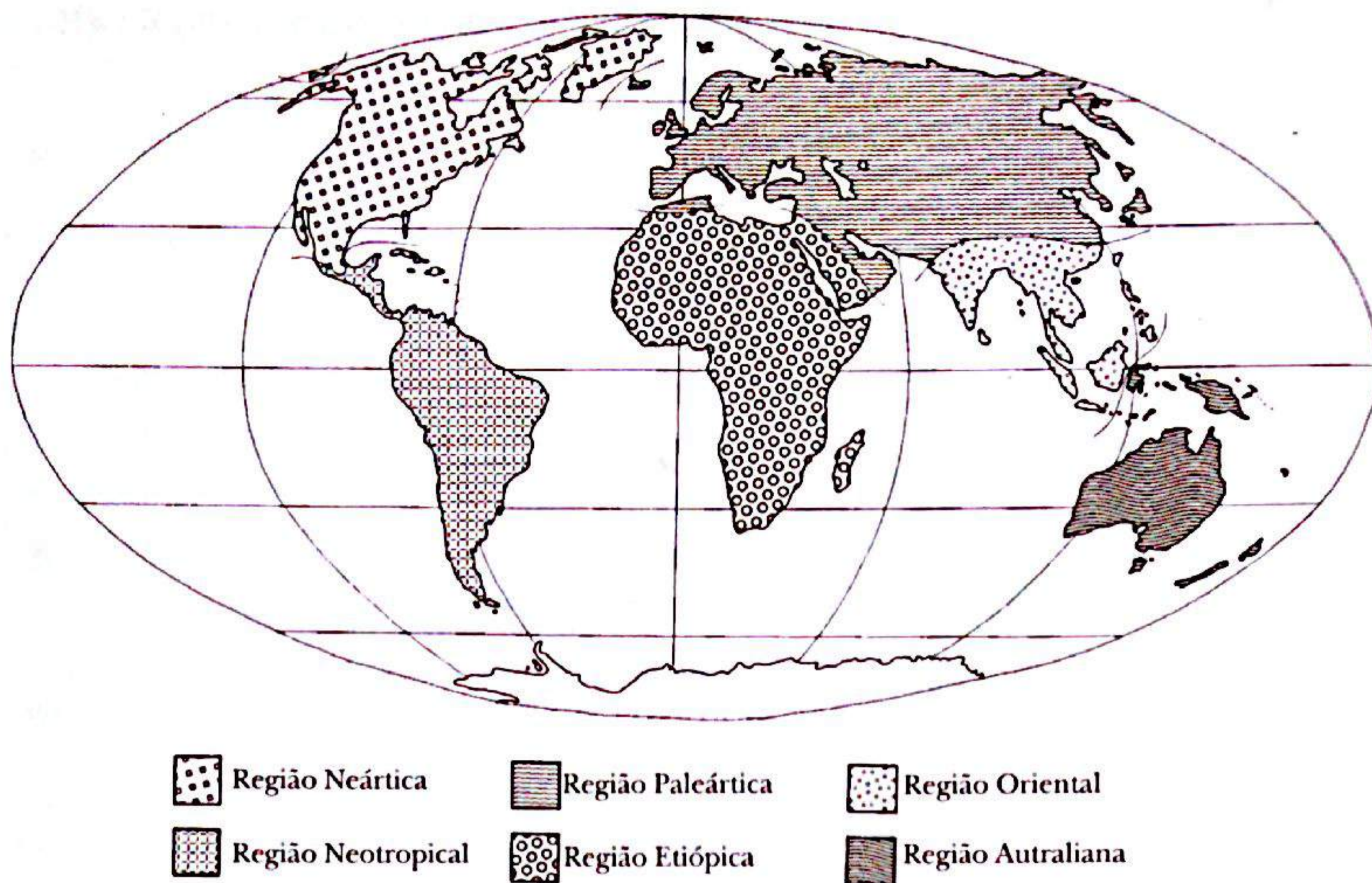


Figura 1. REGIÕES ZOOGEOGRÁFICAS DO GLOBO (adaptado a partir de DARLINGTON, 1957).
Região Holártica = Neártica + Paleártica.

Bibliografia

- ALLÈGRE, C.J. & SCHNEIDER, S.H. 1994. "The Evolution of the Earth". *Sci. Am.*, New York, 271 (4): 44-51.
- AMORIN, D. S. 1994. *Elementos Básicos de Sistemática Filogenética*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Entomologia. 314 p.
- BENTON, M.J. (ed.). 1988. *The Phylogeny and Classification of the Tetrapods*. Oxford, Clarendon Press, vol. 1. *Amphibians, Reptiles, Birds*.
- BENTON, M.J. (ed.). 1988. *The Phylogeny and Classification of the Tetrapods*. Oxford, Clarendon Press, vol. 2. *Mammals*.
- BENTON, M.J. 1990. *Vertebrate Paleontology*. London, Unwin Hyman. 377 p.
- DARLINGTON Jr., P.J. 1957. *Zoogeography: The Geographical Distribution of Animals*. New York, J. Willey. 675 p.
- GOULD, S.J. 1994. "The Evolution of Life on the Earth". *Sci. Am.*, New York, 271 (4): 63-69.
- NELSON, J.S. 1984. *Fishes of the World*. 2. ed. New York, J. Wiley. 523 p.
- ORGEL, L.E. 1994. "The Origin of the Life on the Earth". *Sci. Am.*, New York, 271 (4): 53-61.
- POUGH, F.H.; HEISER, J.B. & MCFARLAND, W.N. 1993. *A Vida dos Vertebrados*. São Paulo, Atheneu. 839 p.
- SCHULTZE, H.-P. & TRUEB, L. (eds.). 1991. *Origins of the Higher Groups of Tetrapods*. Ithaca, Comstock Publ. Assoc. 724 p.
- WINBERG, S. 1994. "Life in the Universe". *Sci. Am.*, New York, 271 (4): 22-27.



EIXOS, PLANOS E CORTES

O conhecimento das relações espaciais entre as diferentes estruturas que compõem um organismo é um dos requisitos básicos para a compreensão dos processos dinâmicos que possibilitam sua sobrevivência. Por outro lado, a análise topográfica das estruturas morfológicas também é vital para os estudos de Biologia Comparada, pois permite, em um grande número de casos, estabelecer e refutar hipóteses de homologia. Por esse motivo, a transmissão de informações sobre os dados obtidos em estudos morfológicos deve basear-se em uma linguagem que não permita interpretações equivocadas a respeito da localização das estruturas.

Alguns termos são consagrados em estudos relacionados aos Vertebrata e podem diferir daqueles empregados na anatomia humana. Essa diferença decorre da adoção do bipedalismo na espécie humana, caso infreqüente entre os cordados, onde a locomoção se dá ao longo do eixo dorso-ventral e não mais do eixo crânio-caudal. Alguns termos empregados neste livro são apresentados a seguir.

Cranial, ou **anterior**, refere-se à estrutura direcionada para a região cefálica, e **rostral** à estrutura que, encontrando-se na própria região cefálica, situa-se próximo à sua extremidade. Na anatomia humana esses termos correspondem às estruturas da região superior do corpo. Em oposição à localização cranial ou rostral, emprega-se o termo **caudal**, ou **posterior**, ou seja, voltado para a região da cauda. A esse termo corresponde o **inferior**, na anatomia humana.

Os termos **dorsal** e **ventral** referem-se à superfície ou região direcionada para o dorso e o ventre, os quais, na anatomia humana, correspondem aos termos anterior e posterior, respectivamente. Assim, um animal em decúbito dorsal encontra-se repousado sobre seu dorso.

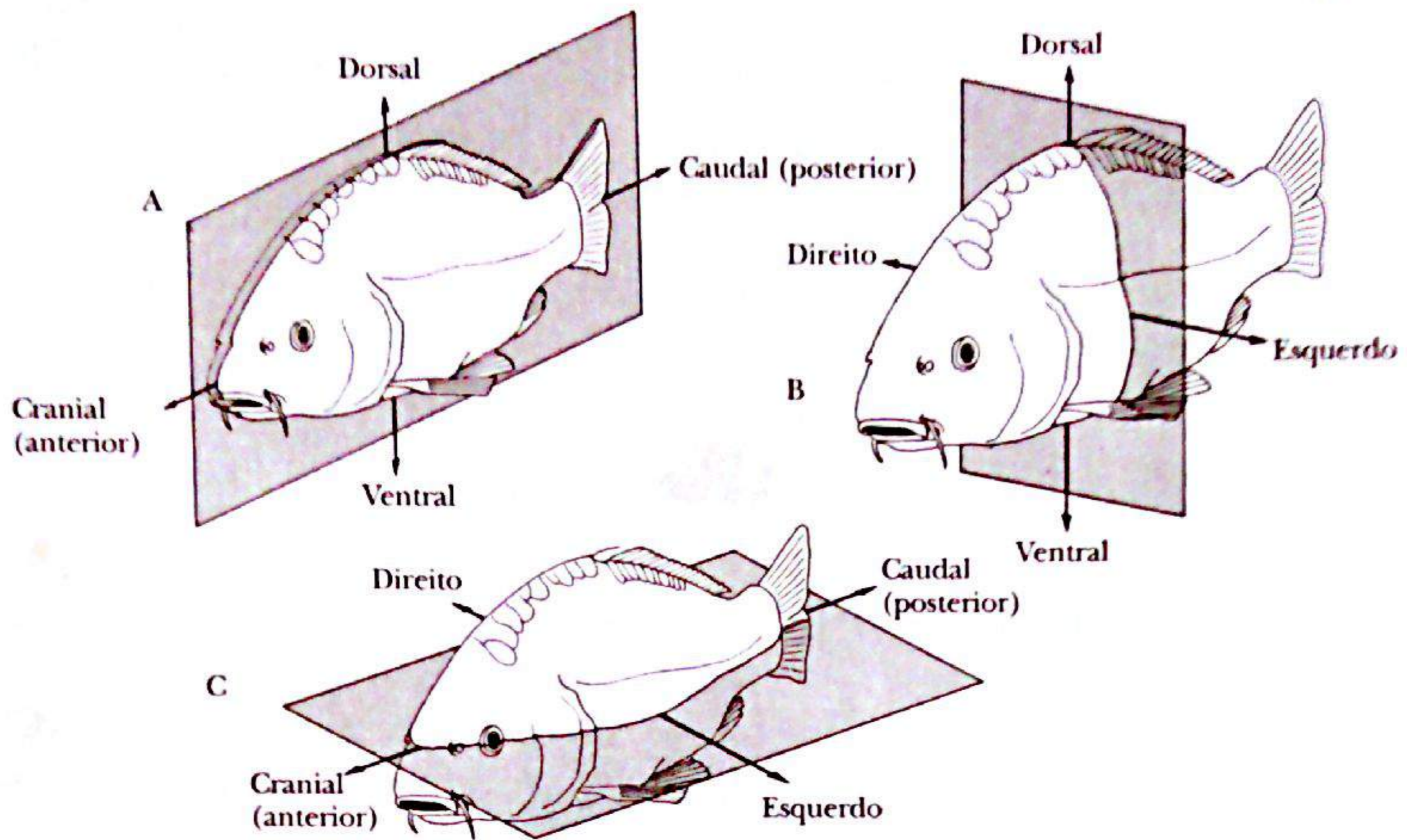


Figura 2. EIXOS E PLANOS DE CORTE exemplificados em uma carpa (*Cyprinus carpio*). A. Plano sagital; B. Plano transversal; C. Plano frontal.

Lateral refere-se a um dos lados do corpo, que pode ser direito ou esquerdo. Utiliza-se **medial** para uma estrutura direcionada para a linha média do corpo, e **mediana** para aquela na própria linha média. O termo **distal** refere-se à posição mais distante do centro do corpo, ou do órgão, e o **proximal** refere-se à posição mais próxima a eles. Como exemplo pode-se citar a mão como o segmento distal do membro anterior, e o braço como o segmento proximal do mesmo.

Sendo os Chordata animais com simetria bilateral, o plano que os divide em duas metades especularmente simétricas é o sagital (Fig. 2A). Este é um plano longitudinal, pois dispõe-se ao longo do corpo do animal, sendo definido por dois eixos heteropolares: eixo crânio-caudal e eixo dorso-ventral. Todos os planos paralelos a ele são planos parassagitais.

Um plano frontal, ou horizontal, também é longitudinal, porém definido por um eixo heteropolar crânio-caudal e por outro isopolar látero-lateral, direito-esquerdo (Fig. 2C). Um plano frontal divide o animal em duas partes: uma dorsal e outra ventral.

Um plano transversal (Fig. 2B) é definido por um eixo heteropolar dorso-ventral e outro isopolar látero-lateral, direito-esquerdo. Perpendicularmente ao eixo crânio-caudal de um cordado podem existir infinitos planos transversais.

No estudo dos Chordata, ou de seus órgãos, utilizam-se basicamente esses três tipos de planos para cortes anatômicos ou histológicos que permitem a análise detalhada de suas estruturas. Para a reconstrução em três dimensões do animal ou

do órgão estudado, os cortes seriados, segundo planos paralelos aos estabelecidos, tornam-se indispensáveis.

Objetivos

- Estudar um organismo por meio de preparações totais ou de diferentes tipos de cortes, a fim de familiarizar-se quanto à orientação do animal. Isto possibilitará o entendimento das diferentes preparações com as quais se terá contacto no estudo dos Chordata.

2.1. PLANOS DE CORTES

Um exercício interessante para a boa compreensão dos possíveis planos a serem utilizados para seccionar um animal pode ser realizado por meio de modelos. Um modelo que se presta a esse exercício é o fruto do chuchuzeiro (*Sechium* sp), no qual se pode estabelecer as regiões: dorsal, ventral, cranial, caudal, direita e esquerda. Assim, corta-se o modelo, no caso o chuchu, segundo os planos sagital, frontal, transversais e parassagitais.

2.2. PREPARAÇÃO TOTAL E CORTES HISTOLÓGICOS

A orientação correta para o estudo de um Chordata é o primeiro procedimento a ser adotado ao se observar uma preparação total (Fig. 3), lembrando-se que o tubo neural é uma estrutura dorsal e que a notocorda situa-se logo abaixo dele. Numa preparação total como no exemplo adotado – larva de anfioxo – o animal inteiro é corado, diafanizado e montado entre lâmina e lamínula, sendo observado lateralmente.

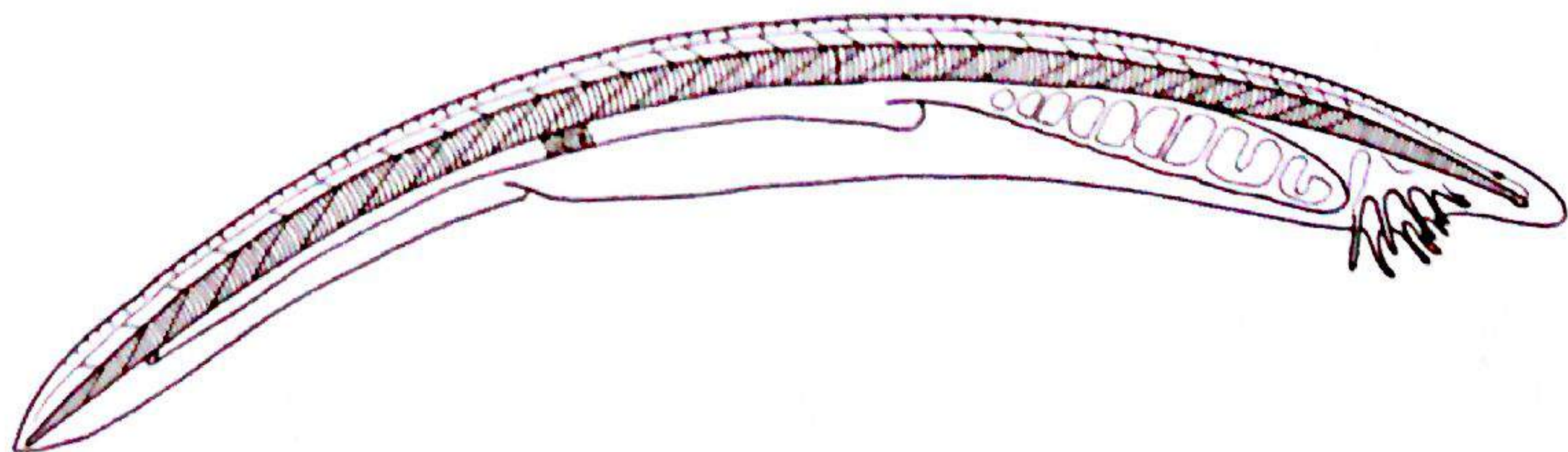


Figura 3. LARVA DE ANFIOXO (*Branchiostoma platy*) em preparação total.

Segue-se com exemplos de cortes parassagital (Fig. 4A) e frontal (Fig. 4B) de um vertebrado. Deve ser lembrado que, num corte sagital, o plano de secção deve passar medianamente pelo animal.

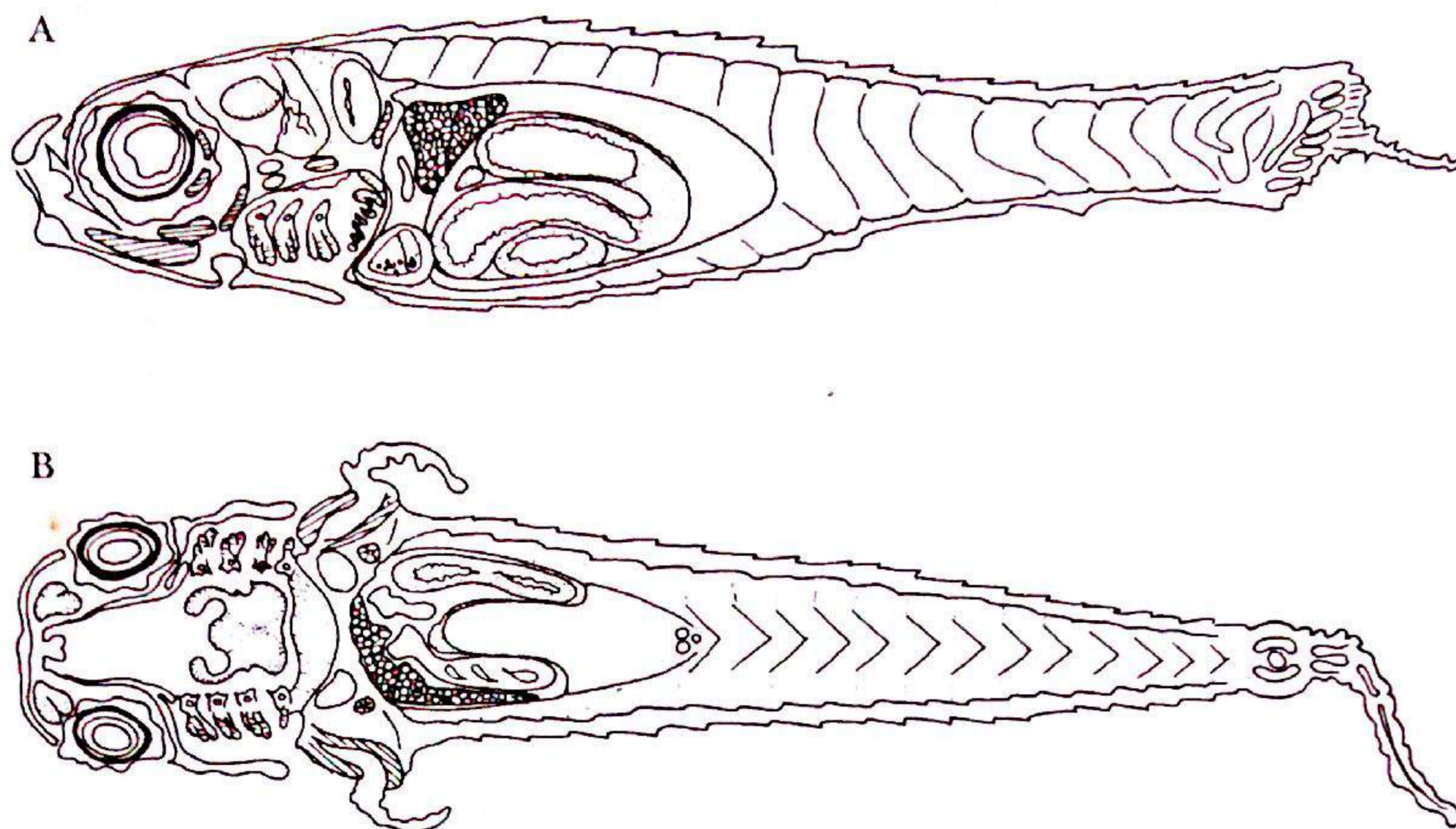


Figura 4. GUARU (*Xiphophorus* sp) em cortes parassagital (A) e frontal (B).

No estudo de cortes sagital (Fig. 5A) e parassagitais (Fig. 5B,C) seriados de um embrião de anfíbio, identificar o mais lateral.

Nos cortes transversais seriados (Fig. 6A-G), assim como nos anteriormente analisados, é importante, além da orientação correta dos cortes, imaginar como a estrutura observada é organizada em três dimensões.

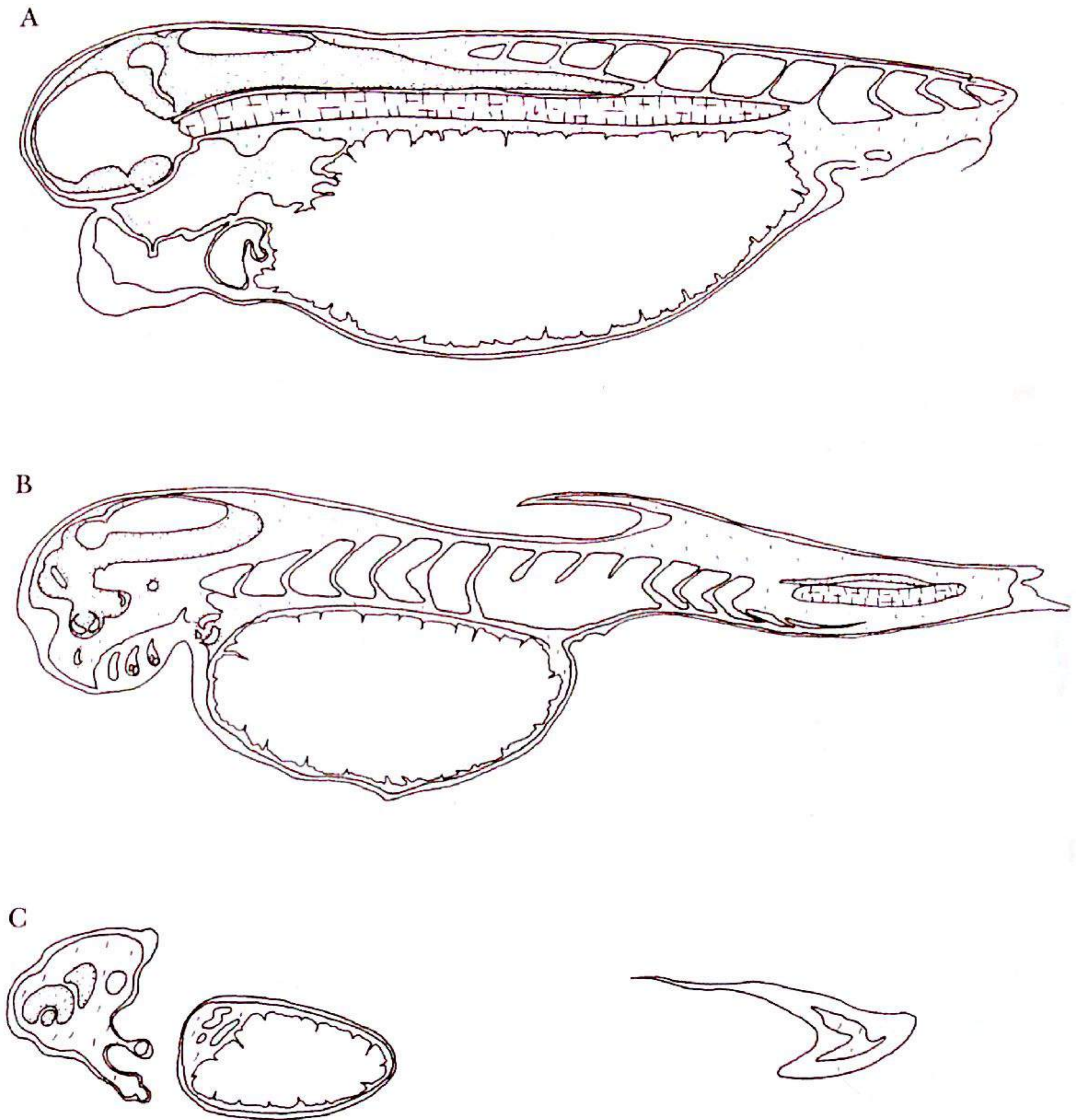


Figura 5. GIRINO DE SAPO (*Bufo* sp) em cortes sagital (A) e parassagittais seriados (B, C).

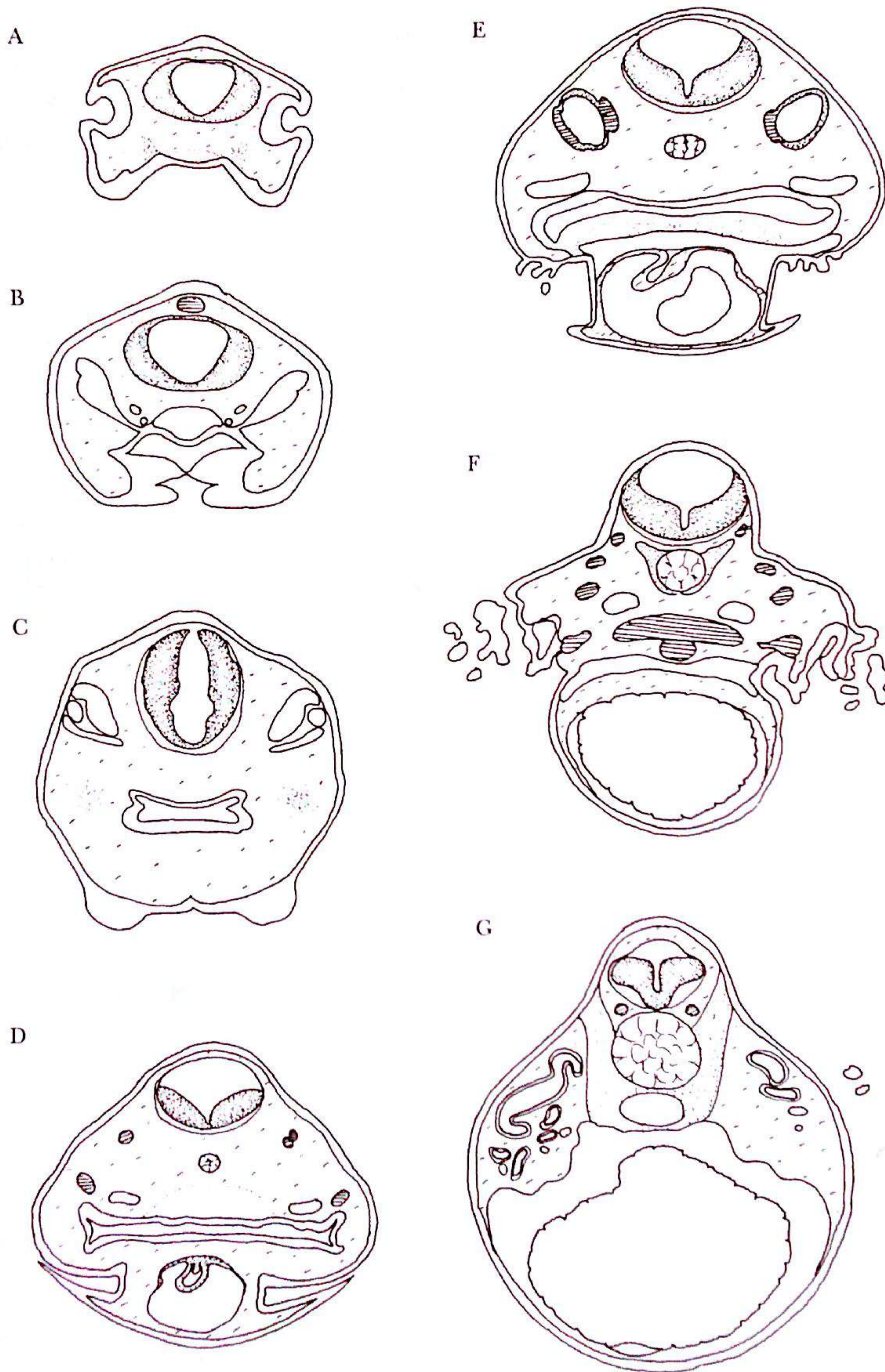


Figura 6. GIRINO DE SAPO (*Bufo* sp) em cortes transversais seriados desde a extremidade rostral (A) até a porção mediana do corpo (G).



FOLHETOS GERMINATIVOS E SEUS DERIVADOS

O desenvolvimento embrionário tem início com a primeira divisão do zigoto em dois blastômeros e termina com a eclosão ou nascimento do filhote. Nos Chordata, com exceção dos mamíferos placentários, as duas primeiras clivagens do zigoto são radiais, segundo dois planos perpendiculares entre si, originando um embrião com quatro blastômeros. Dependendo da quantidade e da distribuição do vitelo nos zigotos dos diferentes grupos de cordados, tal clivagem pode ser holoblástica (total) ou meroblástica (superficial), originando blástulas com formas distintas.

Assim, zigotos oligolécitos, encontrados nos anfioxos, nas ascídias e nos mamíferos, bem como os telolécitos incompletos, da maioria dos anfíbios, sofrem clivagem holoblástica. Os zigotos telolécitos completos dos répteis, aves e muitos peixes sofrem clivagem meroblástica.

Após a fase de clivagem, segue-se a gastrulação, que é uma fase caracterizada por pronunciados movimentos celulares. Esses movimentos compreendem necessariamente a interiorização de parte da camada epitelial da blástula. O material que se interioriza forma os folhetos endoderma e mesoderma, enquanto que o material que permanece na superfície forma o ectoderma. O resultado é um embrião triblástico que apresenta uma cavidade digestiva, ou arquêntero, formada pelo endoderma e um revestimento externo formado pelo ectoderma; entre esses dois folhetos germinativos situa-se o mesoderma.

O blastóporo, que é a abertura externa do arquêntero, origina a abertura caudal do tubo digestivo do adulto. A boca desenvolve-se mais tarde no desenvolvimento embrionário, sendo uma neoformação. Isto caracteriza os animais deuterostômios, incluindo os Chordata.

A notocorda, uma sinapomorfia dos cordados, origina-se precocemente, sempre a partir do mesoderma. Ao longo de todo o mesoderma restante pode-se formar o mesênquima, que é um tecido conjuntivo embrionário capaz de migração e dotado de grande potencialidade.

A neurulação, exclusiva dos cordados, é responsável pela formação do tubo neural e das cristas neurais. Ela marca o início da organogênese.

Os folhetos germinativos ocorrem em todos os animais e deles derivam os órgãos e as estruturas. O esboço de um órgão só é perceptível após a formação dos folhetos e a partir destes. Determinadas regiões dos três folhetos germinativos são, portanto, responsáveis pela formação dos órgãos ou estruturas de um Chordata.

Objetivos

- Comparar as diferentes regiões do embrião com os seus derivados no adulto, a fim de compreender a organogênese e de ter subsídios para o estudo da anatomia comparada dos vertebrados e de outros cordados.
- Associar os folhetos germinativos aos órgãos e estruturas que se originam a partir deles.

3.1. ESTUDO DE CORTES TRANSVERSAIS DE EMBRIÃO DE CAÇÃO

Por meio do estudo de cortes transversais do embrião de um vertebrado podem ser observados os diferentes órgãos e estruturas em um estágio avançado do desenvolvimento embrionário. Assim, sugere-se o reconhecimento da organização geral de um embrião de cação, observando-se as posições relativas do tubo neural, da notocorda e do tubo digestivo. As estruturas abaixo relacionadas podem ser observadas nos cortes transversais apresentados (Figs. 7 e 8).

Tegumento
 Veia cutânea dorsal*
 Arco neural
 Bainha da notocorda
 Processo transversal*
 Septo horizontal*
 Costela*
 Aorta dorsal
 Ducto arquinéfrico*
 Intestino
 Válvula espiral do intestino
 Artéria abdominal lateral*

Veia abdominal lateral*
Cavidade celomática
Musculatura dorsal*
Ligamento longitudinal
Musculatura látero-ventral*
Veia cutânea lateral*
Linha lateral*
Medula espinal
Canal do epêndima
Nervo espinal*
Notocorda
Mesonefro*
Primórdio da gônada
Estômago
Baço
Fígado
Veia cutânea ventral*
Raios da nadadeira dorsal

Após o estudo dos cortes e reconhecimento das estruturas, relacioná-las com os folhetos germinativos que lhes deram origem (Tabela II), lembrando que os vertebrados apresentam simetria bilateral, de modo que as estruturas assinaladas com * são pares (direita e esquerda).

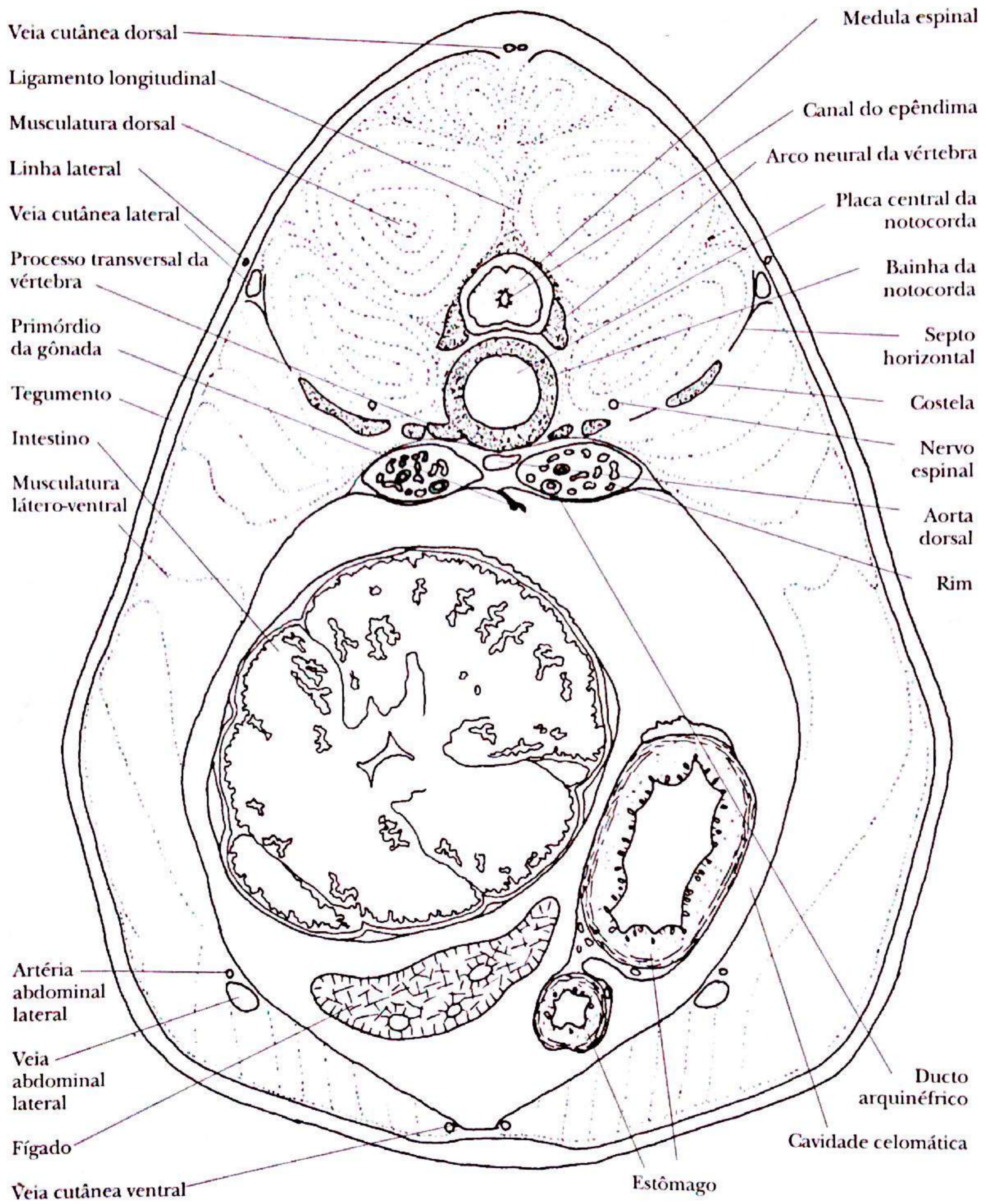


Figura 7. EMBRIÃO DE CAÇÃO (*Scoliodon* sp) em corte transversal na região do estômago.

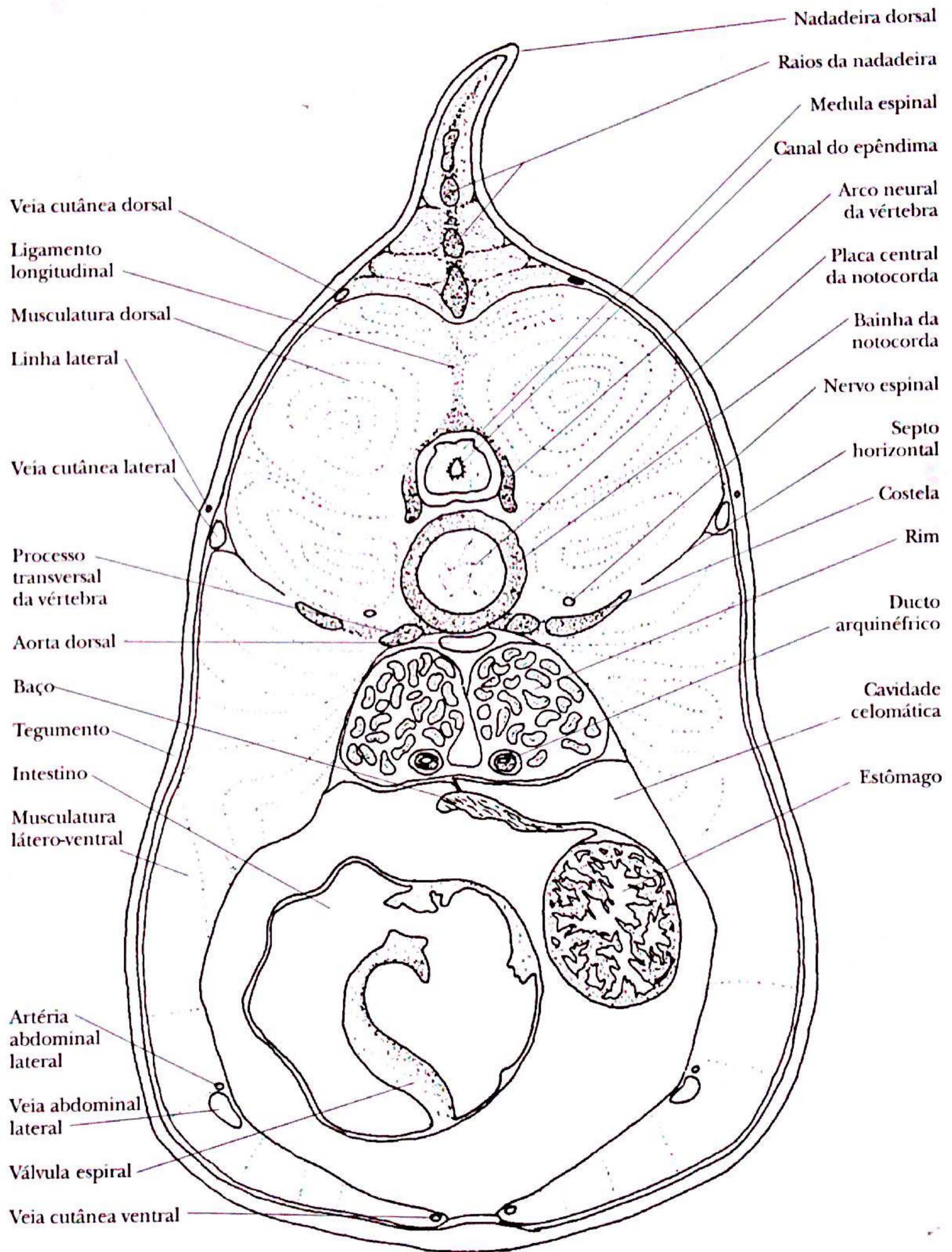


Figura 8. EMBRIÃO DE CAÇÃO (*Scoliodon* sp) em corte transversal na região da nadadeira dorsal.

Tabela II. FOLHETOS GERMINATIVOS E SEUS DERIVADOS NOS VERTEBRATA.

| EMBRIÃO | | ADULTO | |
|------------|--|--|--|
| ECTODERMA | Ectoderma não-Neural | epiderme anexos epidérmicos (pêlos, glândulas etc.) adeno-hipófise epitélio olfativo cristalino ouvido interno e nervo auditivo linha lateral epitélios oral e anal | |
| | Cristas Neurais | esqueleto visceral gânglios e nervos sensitivos medula da adrenal gânglios do Sistema Nervoso Autônomo cromatóforos músculos oculares intrínsecos dentina dos mamíferos | |
| | Tubo Neural | encéfalo e medula espinal nervos motores cranianos e espinais retina e tractos ópticos e olfativos neuro-hipófise | |
| ENDODERMA | Arquêntero (tubo digestivo primitivo) | epitélio do tubo digestivo fígado pâncreas sistema respiratório bexiga urinária certas glândulas endócrinas (ex.: tireóide, paratireóide, órgão ultimobranquial) células germinativas (espermatogônias e oogônias) | |
| MESODERMA | Notocorda | geralmente reduzida ou substituída | |
| | Epímero | Dermátomo | derme (parte) ossos dérmicos alguns músculos |
| | | Miótomo | músculos esqueléticos |
| | | Esclerótomo | coluna vertebral |
| | Mesômero | órgãos excretores/osmorreguladores ductos reprodutores (ducto arquinéfrico) | |
| | Hipômero | Capa Somática | peritônio parietal mesentérios (parte) |
| | | Capa Esplâncnica | coração células sangüíneas baço córtex da adrenal peritônio visceral mesentérios (parte) gônadas (exceto espermatogônias e oogônias) músculos das vísceras ductos genitais femininos |
| | | Celoma | cavidades do corpo |
| Mesênquima | tecidos conjuntivos ossos cartilagens sistema circulatório (vasos) órgãos hematopoéticos | | |

Bibliografia

- BALINSKI, B.I. 1975. *An Introduction to Embryology*. Philadelphia, W.B. Saunders. 648 p.
- CARLSON, B.M. 1994. *Human Embryology and Developmental Biology*. St. Louis, Mosby. 447 p.
- GILBERT, S.F. 1994. *Developmental Biology*. 4. ed. Sunderland, Sinauer. 894 p.
- JUNQUEIRA, L.C.U. & ZAGO, D. 1982. *Embriologia Médica e Comparada*. 3. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 291 p.
- LARSEN, W.J. 1993. *Human Embryology*. New York, Churchill Livingstone. 479 p.
- NELSEN, O.E. 1952. *Comparative Embryology of the Vertebrates*. New York, McGraw-Hill. 982 p.
- TORREY, T.W. 1978. *Morfogénesis de los Vertebrados*. 3. ed. México, Editorial Limusa. 576 p.



PROTOCOLDADOS

O termo protocordados refere-se a um grupo parafilético de animais invertebrados que reúne representantes do Filo Hemichordata e do Filo Chordata. Todos eles apresentam clivagem radial do zigoto, são deuterostômios, possuem fendas faríngeas e são marinhos.

Diferentes autores colocam os Hemichordata como um subgrupo do Filo Chordata. Essa postura foi tomada diante do fato de esses organismos apresentarem uma estrutura semelhante à notocorda dos cordados, mas atualmente existem dúvidas sobre a homologia entre essa estrutura e a da notocorda. Mais recentemente, muitos autores preferiram colocar os hemicordados em um Filo à parte. Como a sua biologia continua sendo uma fonte de informações para os recentes modelos de evolução dos cordados, o Filo Hemichordata e os Subfilos Cephalochordata e Urochordata são agrupados sob o termo comum de protocordados ou “primeiros cordados”.

O grau de parentesco existente entre os Filos Hemichordata, Chordata e os outros deuterostômios é muito discutido, pois envolve algumas homologias que ainda não foram esclarecidas. Estudos recentes consideram os Filos Chaetognatha e Lophophorata como deuterostômios, aproximando-os dos equinodermos, hemicordados e cordados. Do mesmo modo, os pogonóforos, que eram considerados animais filogeneticamente próximos dos hemicordados, são colocados atualmente junto aos Annelida, como resultado de estudos anatômicos mais detalhados.

Constata-se que existem discordâncias entre as diferentes hipóteses filogenéticas, não só entre os deuterostômios mas também entre os cordados e diferentes táxons dos vertebrados. Nos cursos básicos, a preocupação maior não é

discutir pormenorizadamente essas teorias, mas sim a conscientização de que a ciência é dinâmica e as filogenias propostas utilizam, em grande parte, os conhecimentos da anatomia e da embriologia.

Filo Hemichordata

São animais marinhos e estão subdivididos em Classe Enteropneusta (balanoglossos: 12 gêneros e 60 espécies) e Classe Pterobranchia (três gêneros e 20 espécies).

Os balanoglossos são organismos vermiformes cujo comprimento varia entre 2 cm e 2 m. O corpo é mole, sem estruturas rígidas de sustentação, sendo dividido em **probóscide**, **colar** e **tronco**. São animais muito frágeis, o que dificulta seu manuseio e conservação. Vivem enterrados no substrato arenoso do infralitoral, em galerias que escavam com a probóscide, alimentando-se da matéria orgânica existente entre as partículas da areia ou do lodo que ingerem. São dióicos, ou seja, os ovários e os testículos desenvolvem-se em indivíduos distintos; as gônadas saculiformes não possuem ductos, apresentando uma morfologia semelhante à encontrada nos Cephalochordata. A fecundação é externa, e do zigoto desenvolve-se uma larva planctônica, ciliada, denominada **tornária**, que apresenta muitas semelhanças com a larva auriculária dos equinodermos do grupo das estrelas-do-mar.

Os Pterobranchia são animais pequenos, sésseis, coloniais, encontrados em diferentes profundidades, principalmente nos mares do Hemisfério Norte. Reproduzem-se sexuada e assexuadamente e cada zoóide possui uma probóscide, um colar e um tronco.

Subfilo Urochordata (= Tunicata)

Os urocordados são animais filtradores que apresentam notocorda na cauda, pelo menos na fase larval. O termo tunicado refere-se ao fato de todos os representantes desse táxon terem o corpo recoberto por uma **túnica** composta essencialmente por **tunicina**, um isômero da celulose. São subdivididos em três classes: Ascidiacea, Thaliacea e Appendicularia.

Os tunicados da classe Ascidiacea – as **ascídias** – são representados por cerca de 2 000 espécies, solitárias ou coloniais, sésseis na fase adulta e livre-natantes na fase larval. São monóicos, mas a autofecundação é evitada devido ao amadurecimento de ovários e testículos em épocas distintas. Algumas espécies reproduzem-se assexuadamente por brotamento.

A Classe Thaliacea inclui três Famílias de organismos planctônicos: Salpidae, Doliolidae e Pyrosomatidae. Os representantes dos gêneros *Salpa* e *Doliolum* – as

salpas e os dolíolos – somam aproximadamente 100 espécies que vivem em mares de águas quentes. Um aspecto interessante de seu ciclo de vida é a alternância de gerações. Os Pyrosomatidae são tunicados coloniais, bioluminescentes.

Os organismos da Classe Appendicularia são tunicados neotênicos, planctônicos, que apresentam uma túnica muito elaborada, relacionada não só com a proteção do organismo, mas também com a captura de alimento.

Subfilo Cephàlochordata

Os cefalocordados, vulgarmente denominados anfioxos, são representados por cerca de 25 espécies, agrupadas nos gêneros *Branchiostoma* e *Epigonichthys*. Os anfioxos ocorrem em todos os oceanos. São organismos alongados, comprimidos lateralmente, livre-natantes, que medem cerca de 5 cm de comprimento. São mais ativos à noite, e passam a maior parte do tempo com a região caudal do corpo enterrada no substrato, mantendo, desse modo, o corpo em posição vertical em relação ao fundo, e a região rostral exposta à coluna d'água. Nessa posição podem filtrar a água ao seu redor e capturar as partículas alimentícias em suspensão. Quando perturbados, enterram-se por inteiro no substrato. Em algumas localidades do Hemisfério Norte são abundantes e servem de alimento para os seres humanos, a despeito de seu pequeno tamanho.

Os anfioxos são dióicos e as gônadas, saculiformes, não apresentam ductos genitais. Os gametas são liberados no interior da cavidade atrial e, a seguir, para o meio externo, via atrióporo. A fecundação é externa, havendo grande produção de ovos. Após o desenvolvimento embrionário, eclode uma larva livre-natante que, após a metamorfose, adota os hábitos de vida do adulto.

Objetivos

- Analisar a anatomia de um anfioxo a fim de se compreender a organização geral do corpo de um Chordata.
- Relacionar as características anatômicas do anfioxo com a biologia do animal (hábitat, alimentação, locomoção etc.).
- Observar a organização geral de uma ascídia, reconhecendo as modificações apresentadas pelo organismo adulto em relação à forma larval e aos outros cordados.

4.1. ESTUDO DO ANFIOXO (*Branchiostoma platae*)

Para o reconhecimento das estruturas internas e externas do anfioxo deverá ser utilizada uma preparação total, entre lâmina e lamínula, de um animal imaturo,

corado com paracarmim e diafanizado, e lâminas com cortes transversais de formas adultas passando por diferentes regiões do corpo (faringe e intestino). Proceder ao estudo observando as estruturas que se encontram relacionadas a seguir. As estruturas marcadas com (*) são de difícil visualização.

I. Estudo de uma preparação total em vista lateral (Fig. 9)

Morfologia externa

- Orlas membranosas dorsal, caudal e ventral
- Pregas metapleurais
- Róstro
- Cirros com botões sensoriais
- Aberturas do corpo: pré-oral, atrióporo e ânus

Anatomia interna

Musculatura

- Miômeros
- Miosseptos

Sistema digestivo

Região oral

- Órgão vibrátil (= órgão turbilhoador ou órgão da roda)
- Velum* com tentáculos

Região faríngea

- Arcos faríngeos (primários e secundários)
- Região do endóstilo (= goteira hipofaríngea)
- Região da goteira epifaríngea
- Anel perifaríngeo

Região intestinal

- Ceco intestinal
- Intestino
- Anel escuro (= hiperciliado)
- Ânus (no lado esquerdo)

Notocorda (tecido muscular estriado)

Sistema nervoso

- Região da vesícula frontal* (considerada homóloga à região posterior do encéfalo dos Vertebrata) com mancha pigmentar (= órgão de sombra ou órgão de Franz), possivelmente homóloga aos olhos dos Vertebrata.

Tubo nervoso

Ocelos

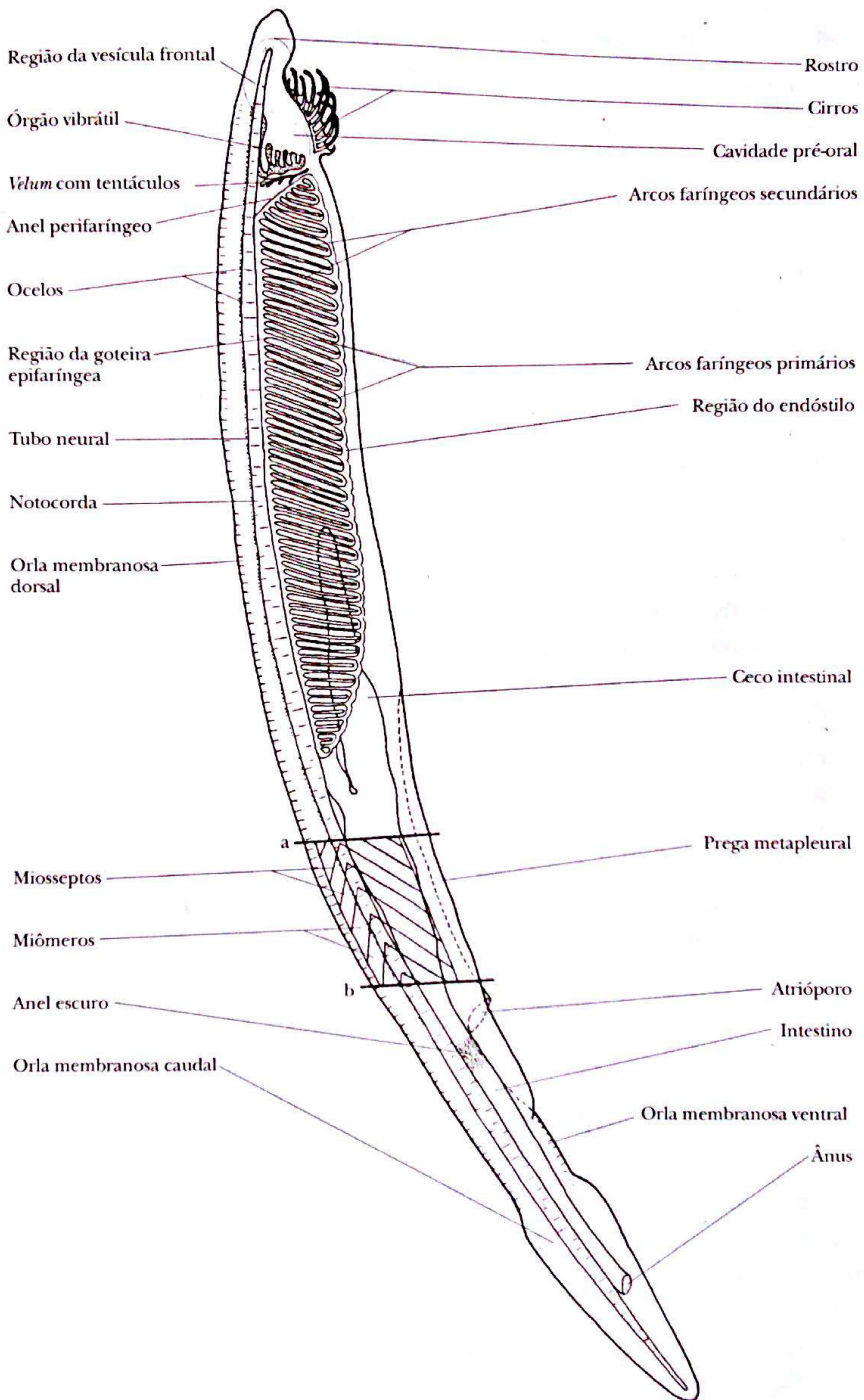


Figura 9. ANFIOXO (*Branchiostoma platæ*) em preparação total. A musculatura da parede do corpo foi representada apenas entre a e b.

II. Estudo de um corte transversal na região da faringe (Fig. 10)

Epiderme simples

Orla membranosa dorsal

Pregas metapleurais

Musculatura

Longitudinal

Miômeros

Miosseptos

Transversal

Tubo neural

Notocorda

Bainha fibrosa

Placa central

Sistema digestivo

Faringe e cavidade atrial (= cavidade perifaríngea)

Arcos faríngeos (primários e secundários)

Endóstilo (= goteira hipofaríngea ou hipobranquial)

Goteira epifaríngea (= epibranquial)

Ceco intestinal

Celoma

Subcordal

Endostílico

Canal celômico nos arcos faríngeos primários*

Metapleural

Das gônadas

Gônadas

Glândulas atriais ("rins" de Müller)*

III. Estudo de um corte transversal na região intestinal (Fig. 11)

Epiderme simples

Orla membranosa dorsal

Musculatura

Longitudinal

Miômeros

Miosseptos

Transversal

Tubo neural

- Notocorda
 - Bainha fibrosa
 - Placa central
- Sistema digestivo
 - Ceco intestinal
 - Intestino
- Celoma
 - Das gônadas
 - Intestinal
- Gônadas

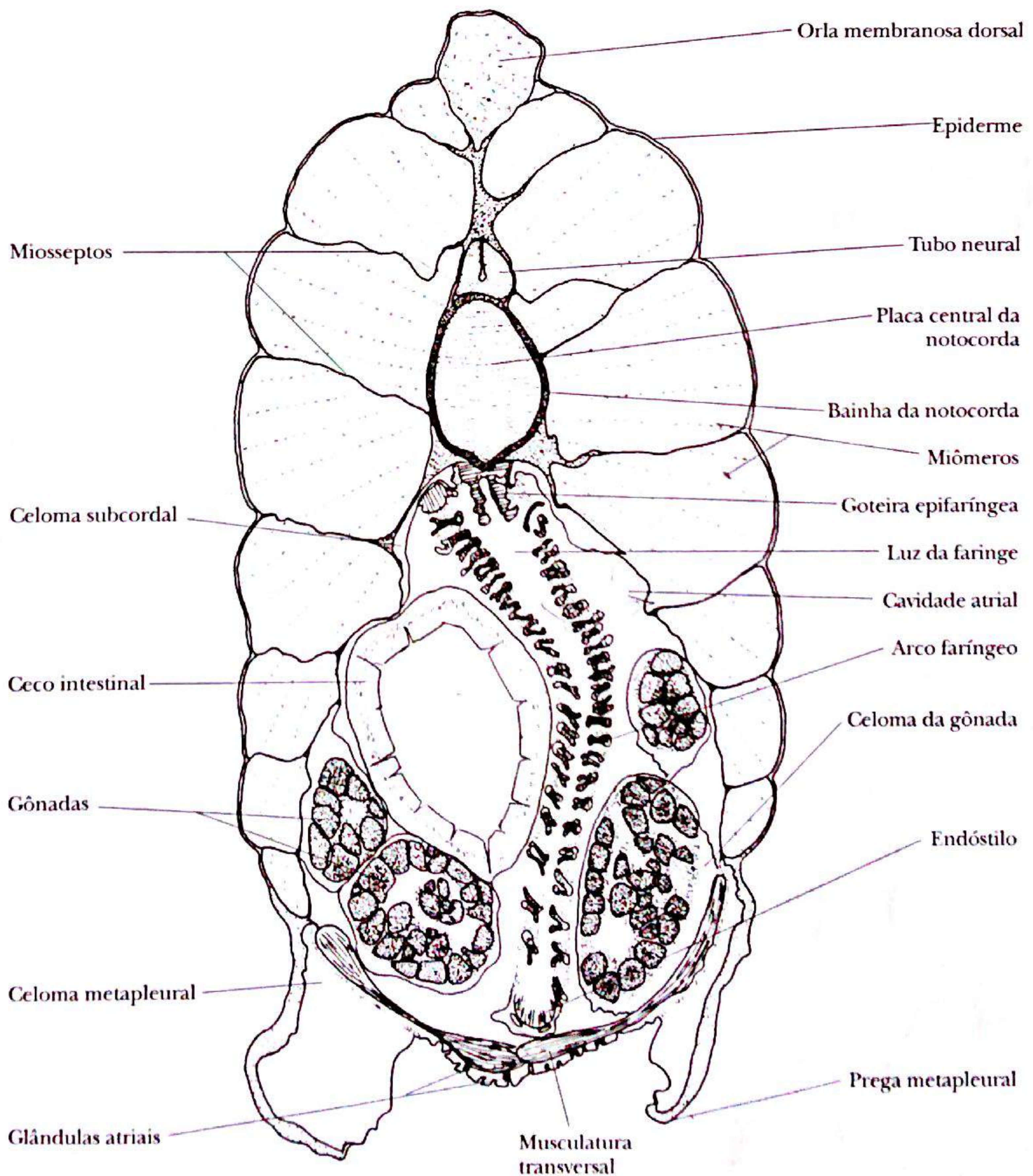


Figura 10. ANFIOXO (*Branchiostoma platæ*) em corte transversal na região da faringe.

Questões

1. Qual é o percurso da água utilizada para a alimentação e respiração no interior do anfioxo?
2. Qual é o percurso do alimento no interior do anfioxo ?
3. Quais são as estruturas envolvidas na captura do alimento no anfioxo ?

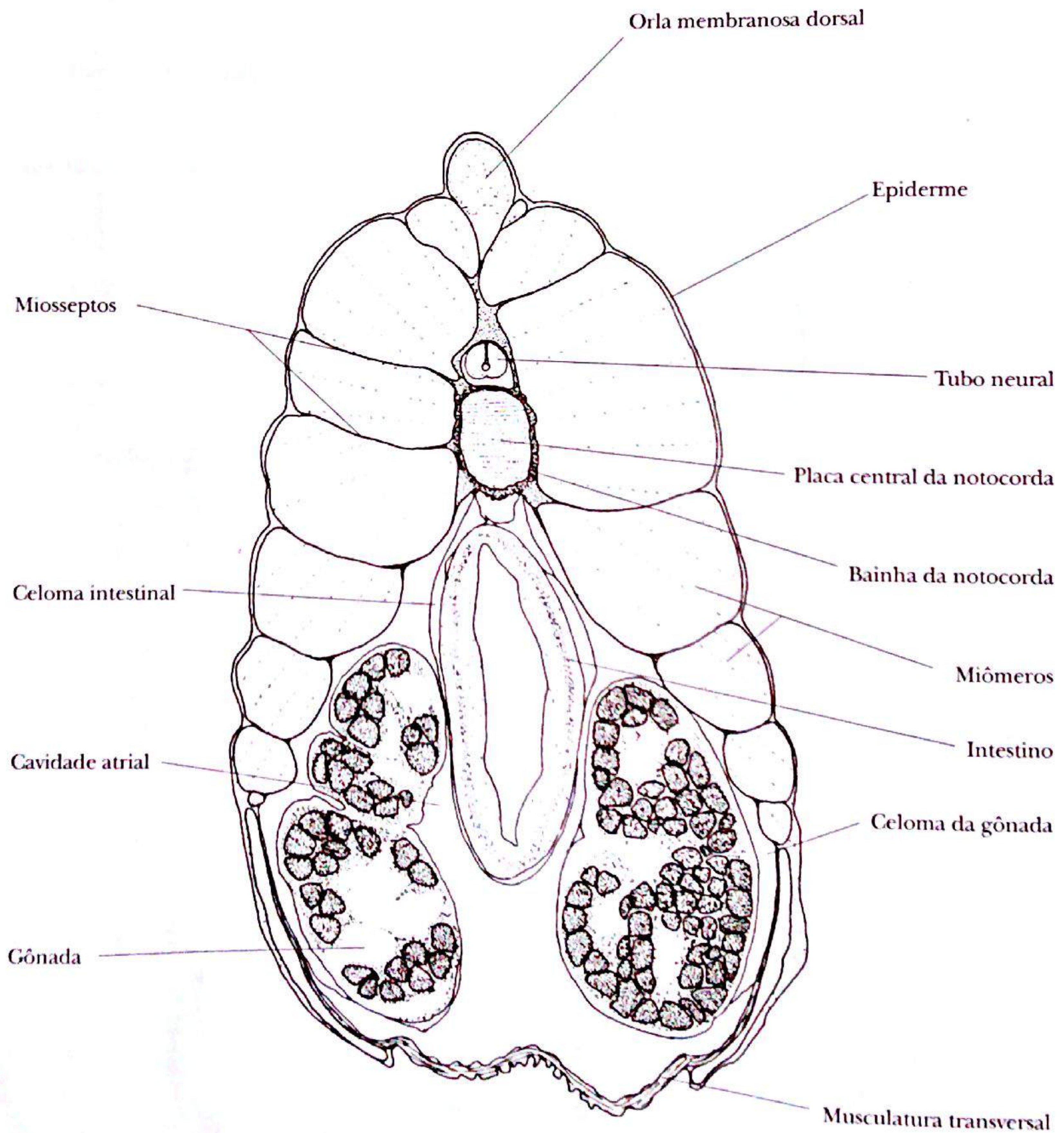


Figura 11. ANFIOXO (*Branchiostoma platæ*) em corte transversal na região do intestino.

4.2. ESTUDO DE UMA ASCÍDIA SOLITÁRIA (*Ascidia nigra*)

Entre os Urochordata, as ascídias adultas de certas espécies são relativamente grandes e permitem uma dissecação, sem muitas dificuldades, para observar a sua organização. O estudo desses animais auxilia na compreensão dos processos pelos quais passam as ascídias, com a metamorfose da larva livre-natante para um organismo de vida sésil.

I. Estudo da morfologia externa (com a túnica) (Fig. 12)

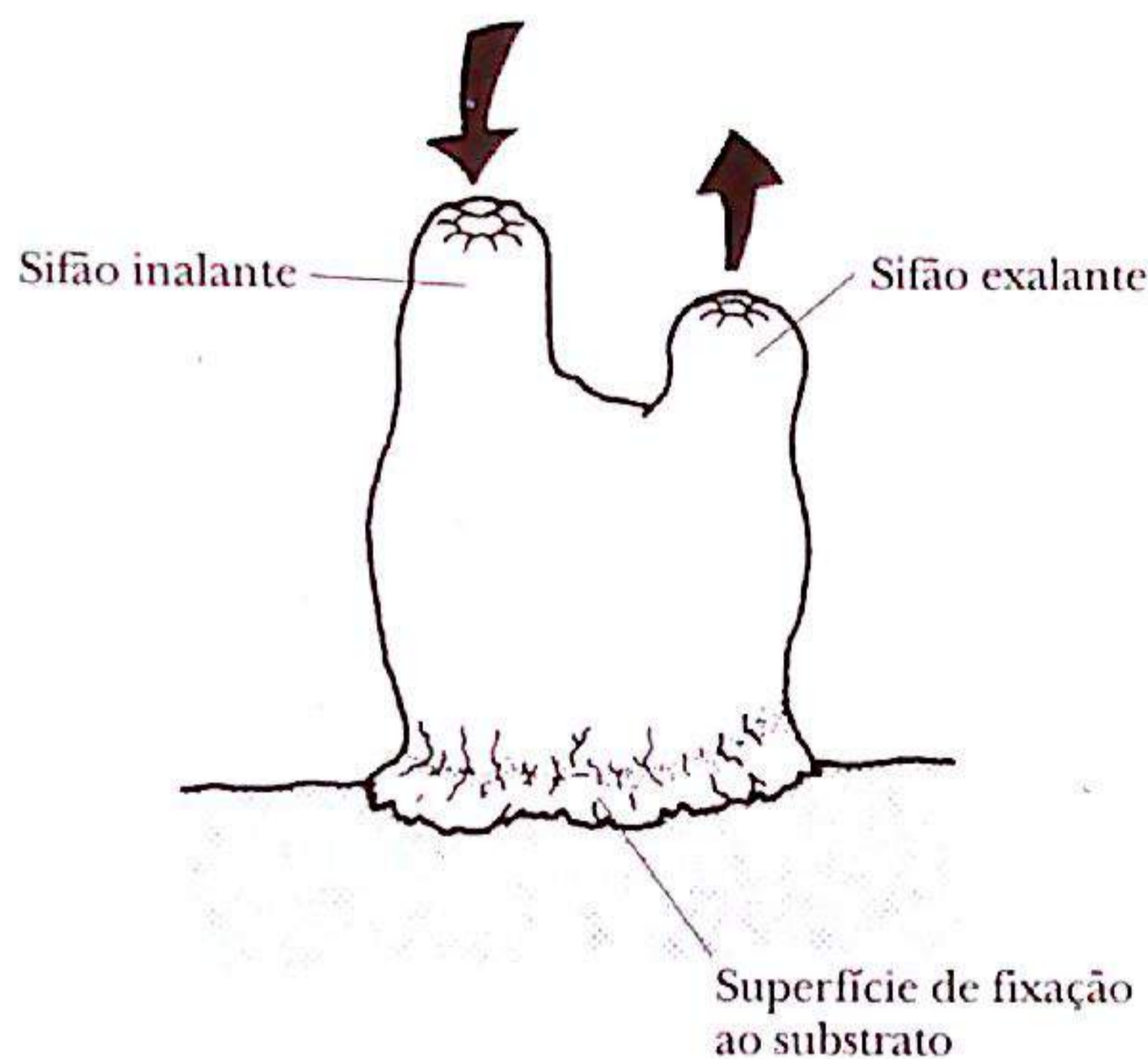


Figura 12. ESQUEMA DE UMA ASCÍDIA SOLITÁRIA (*Ascidia nigra*) em vista lateral. As setas representam o trajeto da água.

Uma ascídia solitária assemelha-se, *grosso modo*, a um saco fixado pela base e com duas aberturas na extremidade oposta. Por uma dessas aberturas, denominada **sifão inalante** ou **branquial**, entra a água transportando alimento e oxigênio. Pela outra abertura, denominada **sifão exalante** ou **atrial**, sai a água transportando dióxido de carbono, fezes e gametas. O aspecto de saco é dado pela túnica, que envolve completamente o corpo do animal.

Para retirar a túnica do animal, fazer uma incisão em uma das paredes laterais, procedendo com cuidado para não danificar as estruturas internas. Em seguida, com o auxílio de uma tesoura de pontas finas, prolongar a incisão até os sifões e destacar o animal com uma pinça ou com os dedos. Essa operação é melhor realizada em animais pré-anestesiados, a fim de evitar contrações violentas da musculatura corpórea. Após a anestesia, os exemplares devem ser fixados em formol 4% v/v.

Uma vez fora da túnica, observa-se que o aspecto saculiforme persiste, pois o animal é totalmente envolvido por um manto formado por epiderme, tecido conjuntivo e músculos. A epiderme é responsável pela secreção da túnica.

II. Orientação

Após a retirada da túnica é importante saber orientar corretamente o animal. As ascídias, ao contrário da maioria dos animais, não apresentam a boca e o ânus em extremidades opostas, mas um quase ao lado do outro. Este fenômeno, **prosopigia**, faz com que os conceitos de cranial, caudal, dorsal e ventral fiquem bastante alterados em relação a outros animais de simetria bilateral. A região

cranial de um animal caracteriza-se pela presença da boca; nas ascídias essa região inclui o sifão inalante. A região caudal caracteriza-se pelo ânus e, nas ascídias, essa região inclui o sifão exalante. A região dorsal é aquela situada acima do plano horizontal boca-ânus. Como as ascídias apresentam prosopigia, a região dorsal compreende o pequeno espaço entre os dois sifões. Nela situa-se o gânglio neural ou cerebróide. A região ventral compreende o grande espaço sob os dois sifões. Uma vez caracterizadas essas regiões, torna-se fácil localizar o lado esquerdo e o lado direito do animal.

III. Estudo da morfologia externa (sem a túnica) (Fig. 13)

Observando-se o animal pelo lado esquerdo (Fig. 13A), a forma e o trajeto do tubo digestivo podem ser vistos por transparência, não havendo necessidade de remover as paredes do manto. O estômago é grande e ocupa o terço ventral esquerdo do animal. O intestino encontra-se dobrado de maneira a formar alças: a alça primária, logo à saída do estômago, e a alça secundária que antecede ao ânus. Ainda no lado esquerdo do animal encontram-se os órgãos excretores e os reprodutores.

Os “rins” de acumulação representam uma outra peculiaridade das ascídias. Esse tipo de “rim” não apresenta ductos; na família Ascidiidae, os produtos de excreção são acumulados como material insolúvel no interior de vesículas pequenas e numerosas sobre as alças intestinais e as gônadas.

As ascídias são monóicas; os testículos e ovários são saculiformes e ramificados, formando uma intrincada massa sobre a alça intestinal primária. Os gonodutos correm paralelamente ao intestino terminal e abrem-se próximo ao atrióporo.

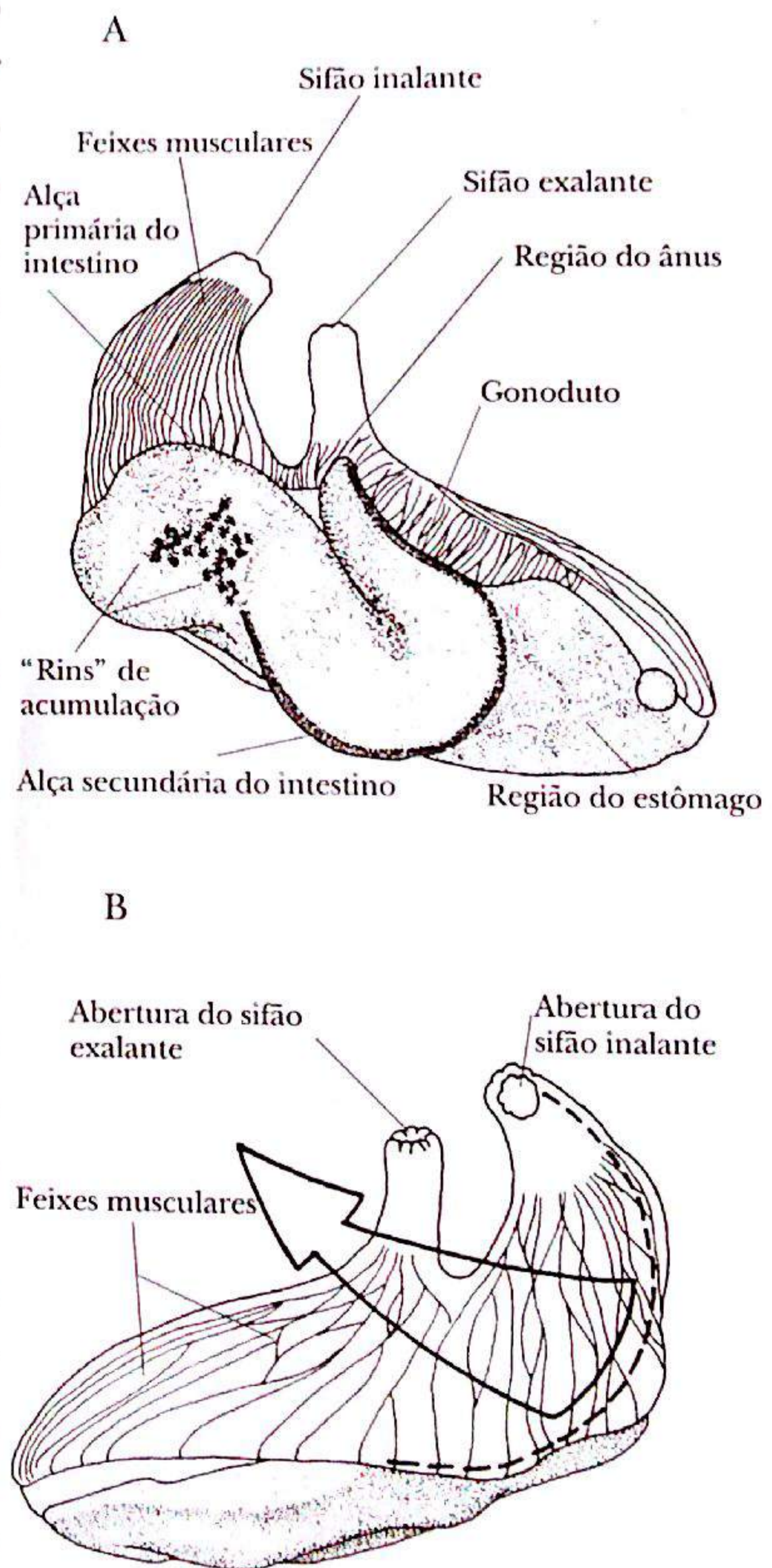


Figura 13. UMA ASCÍDIA SOLITÁRIA (*Ascidia nigra*) após a remoção da túnica. A, vista lateral esquerda; B, vista lateral direita.

Observando-se o animal pelo lado direito (Fig. 13B), percebe-se uma rede de feixes musculares que se estendem em várias direções. Esses feixes musculares originam-se na parede do corpo e inserem-se nos sifões.

IV. Estudo da morfologia interna

A cesta faríngea ou branquial localiza-se sob a musculatura do lado direito do animal. Para expô-la, introduzir uma tesoura de pontas finas no sifão inalante e fazer uma incisão acompanhando a margem ventral do corpo, porém um pouco deslocada sobre a face direita, como indica a linha tracejada da Figura 13B. Manter o animal aberto, rebatendo a parede do corpo, como indicado pela seta da Figura 13B, fixando-o com alfinetes na cuba de dissecação. Colocar água na cuba, de maneira a cobrir completamente a preparação.

Perto da margem do sifão inalante (aberto pela incisão) (Fig. 14) situa-se um anel de tentáculos simples, filiformes, denominado anel tentacular. Os tentáculos funcionam como uma espécie de rede de proteção na entrada da cesta faríngea.

Logo abaixo do anel tentacular encontra-se o **tubérculo dorsal**, estrutura mais ou menos arredondada e proeminente, situada na linha mediana dorsal. O tubérculo dorsal abriga a **glândula neural**, localizada sob o gânglio neural. No centro do tubérculo dorsal visualiza-se (sob estereomicroscópio) a abertura da glândula neural, que tem a forma de uma fenda curva.

Abaixo do tubérculo dorsal situa-se a **cesta faríngea** (ou branquial), que é a faringe muito desenvolvida. Esta tem a forma de um delicado saco perfurado por grande número de pequenas fendas estreitas e longitudinais, as **fendas faríngeas**. Em livros-texto, estas também são denominadas branquiais, por ser a faringe um órgão respiratório nas ascídias; esse termo não é adequado, pois não há formação de brânquias. A cesta faríngea das ascídias apresenta em suas paredes numerosos filamentos transversais e longitudinais, por onde passam vasos sanguíneos.

Na linha mediana ventral da cesta faríngea localiza-se o **endóstilo**, um sulco contendo células ciliadas e secretoras de muco que desempenham importante papel na alimentação do animal. No lado oposto ao endóstilo situa-se uma dobra

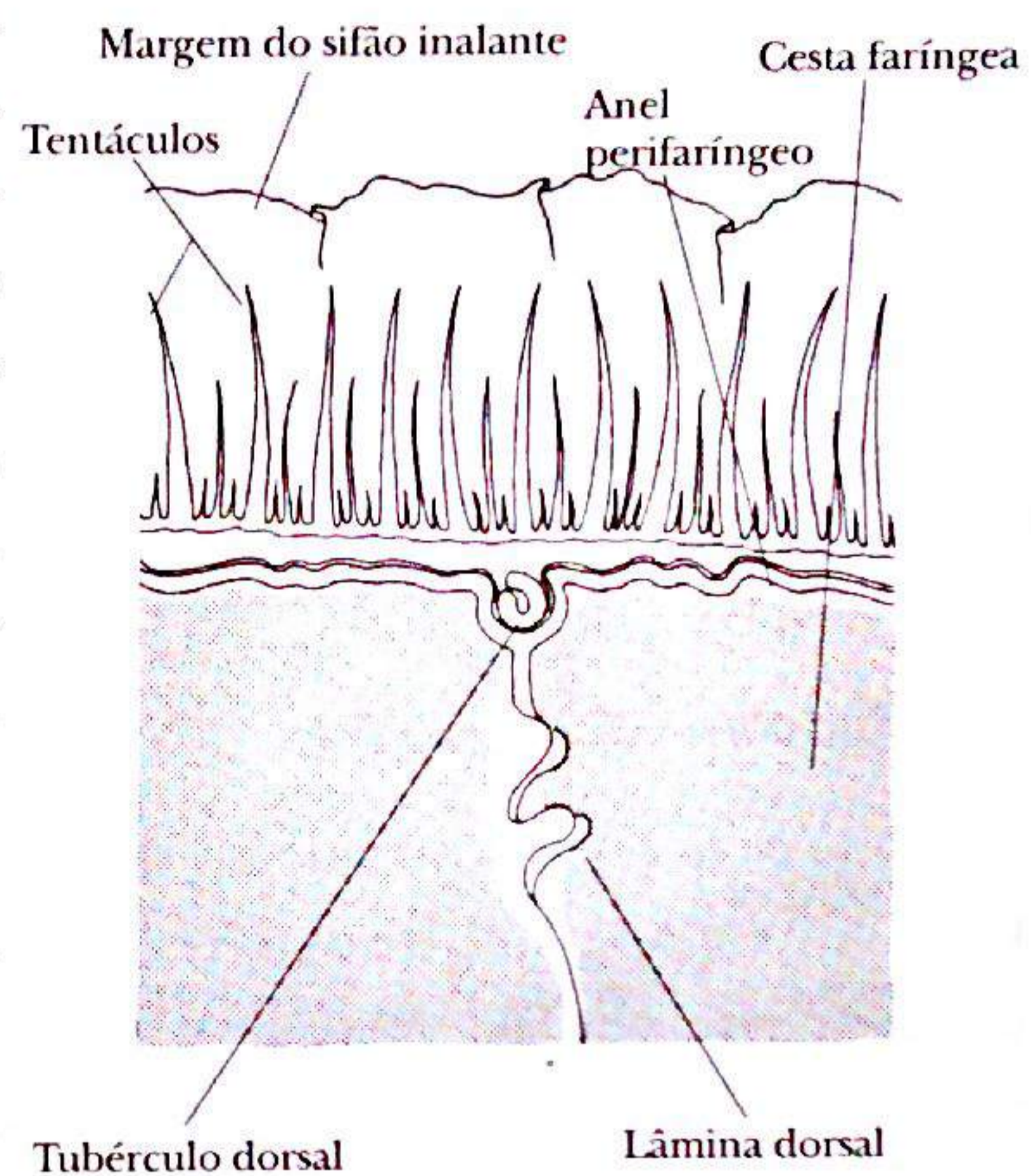


Figura 14. DETALHE DO INTERIOR DO SIFÃO INALANTE E DA FARINGE de uma ascídia solitária (*Ascidia nigra*).

ondulada da parede dorsal da faringe, a lâmina dorsal (correspondente à goteira epifaríngea do anfioxo), que se projeta para dentro da cesta faríngea. De maneira semelhante ao anfioxo, tanto o endóstilo como a lâmina dorsal iniciam-se no anel perifaríngeo e terminam na abertura do esôfago. À cesta faríngea segue-se um curto esôfago que continua pelo estômago e pelo intestino.

O sistema nervoso é reduzido nas ascídias adultas, constituindo-se do gânglio neural, ou cerebróide, e de alguns nervos.

O sistema circulatório é do tipo aberto; compõe-se de coração tubular, alguns vasos principais e um sistema de lacunas e ampolas terminais. O coração é outra singularidade das ascídias, devido à sua capacidade de inverter a direção do batimento. O coração está localizado na região ventral, geralmente sob o endóstilo e cranialmente ao estômago. O sangue é esverdeado e contém vanádio.

Atividades Complementares

Sugere-se o reconhecimento de diferentes formas de tunicados e hemicordados. A comparação entre os diferentes grupos de protocordados – Urochordata, Cephalochordata e Hemichordata – além de propiciar o conhecimento anatômico de formas distintas, auxilia na compreensão das hipóteses filogenéticas sobre as relações dos grupos de Chordata.

Bibliografia

- BARRINGTON, E.J.W. & JEFFERIES, R.P.S. (eds.). 1975. *Protochordates*. London, Academic Press. 361 p. (Symposia of the Zoological Society of London, 36).
- GEE, H. 1994. "Return of the Amphioxus". *Nature*, London, 370: 504-505.
- HOLLAND, P.W.H.; GARCIA-FERNÁNDEZ, L.Z.; HOLLAND, L.Z.; WILLIAMS, N.A. & HOLLAND, N.D. 1994. "The Molecular Control of Spatial Patterning in Amphioxus". *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, Cambridge, 74: 49-60.
- MONNIOT, C.; MONNIOT, F. & LABOUE, P. 1991. *Coral Reef Ascidiarians of New Caledonia*. Paris, Éditions de l'ORSTOM. 247 p.
- PETERSEN, J.A. 1987. "Hemichordata". In: *Manual de Técnicas para Preparação de Coleções Zoológicas*. Campinas, Sociedade Brasileira de Zoologia, fasc. 35.1, 7 p.
- RODRIGUES, S.A. 1987. "Urochordata". In: *Manual de Técnicas para Preparação de Coleções Zoológicas*. Campinas, Sociedade Brasileira de Zoologia, fasc. 35.2, 5 p.
- RODRIGUES, S.A. 1987. "Cephalochordata". In: *Manual de Técnicas para Preparação de Coleções Zoológicas*. Campinas, Sociedade Brasileira de Zoologia, fasc. 35.3, 3 p.



AGNATHA

Os Agnatha são um grupo parafilético de vertebrados caracterizados pela ausência de maxilas e de nadadeiras pares. A vasta e diversificada fauna de peixes Agnatha do Paleozóico ficou reduzida, nos dias de hoje, a apenas 45 espécies que ocorrem em águas temperadas e frias dos Hemisférios Norte e Sul e na região subtropical mexicana. Essas formas atuais especializaram-se muito, o que dificulta os estudos filogenéticos.

As características dos Agnatha atuais são: boca circular com dentes córneos; esqueleto membranoso ou cartilaginoso; crânio sem região occipital; câmaras (= bolsas) branquiais saculiformes; órgão olfativo ímpar com inervação dupla; ouvido interno com, no máximo, dois canais semicirculares; tegumento sem escamas com grande produção de muco; gônada ímpar.

Os dois grupos de Agnatha viventes têm hábitos de vida muito diferentes entre si e estão agrupados, segundo NELSON (1984), nas Ordens Myxiniformes (Classe Myxini – feiticeiras) e Petromyzontiformes (Classe Cephalaspidomorphi – lampreias). As feiticeiras são exclusivamente marinhas e as 15 espécies conhecidas são agrupadas em seis gêneros. Vivem primariamente nas plataformas continentais, no interior de galerias individuais, cuja abertura tem a forma de um pequeno vulcão. Alimentam-se principalmente de poliquetos, moluscos e artrópodes, assim como de peixes moribundos ou mortos. Caracterizam-se por apresentar: nadadeiras dorsal e anal reduzidas ou ausentes; conduto nasofaríngeo comunicando-se com a faringe; três pares de tentáculos circundando a narina e a boca; cinco a 15 pares de câmaras branquiais cujos ductos podem abrir-se no exterior separadamente ou reunir-se em um ducto comum. São ovíparas; seus ovos são grandes (20

a 30 mm), ovais, amarelo-alaranjados e envoltos por uma membrana córnea resistente, da qual se projetam filamentos que prendem os ovos entre si e também ao substrato. Não existe forma larval.

A maioria das lampreias é marinha na fase adulta, migrando, na época reprodutiva, para a água doce (organismos anádromos), onde vive na forma larval (conhecida vulgarmente por amocete). Caracterizam-se por ter: uma ou duas nadadeiras dorsais e uma nadadeira anal desenvolvidas; sete aberturas branquiais externas e sete câmaras branquiais de cada lado do corpo; olhos bem desenvolvidos na forma adulta. A larva é micrófaga e sua faringe está envolvida na captura das partículas alimentares. O adulto é um ectoparasita de vertebrados, principalmente de peixes de escamas, tendo-se o registro de que também parasita golfinhos e baleias.

5.1. ESTUDO DO AMOCETE (*Petromyzon marinus*)

Objetivos

- Conhecer a anatomia funcional do amocete, com ênfase no sistema filtrador.
- Compará-la à do anfioxo, visando reconhecer as estruturas homólogas utilizadas na reconstrução de filogenias.
- Comparar a morfologia externa e a anatomia das regiões faríngeas das larvas e dos adultos de lampreia entre si, relacionando-as com os diferentes modos de vida e os hábitos alimentares de um mesmo organismo em diferentes fases da vida.

Para realizar tal estudo utilizam-se amocetes de, no máximo, 3 cm de comprimento, para que possam ser montados entre lâmina e lamínula. Esses animais, previamente fixados em formol 4% v/v ou álcool etílico 70% v/v, devem ser corados com paracarmim e posteriormente diafanizados com creosoto e/ou óleo de cravo. Desse modo, as estruturas internas ficam coradas e podem ser observadas por transparência, pois as paredes externas, após a diafanização, tornam-se translúcidas.

As estruturas abaixo relacionadas devem ser identificadas na preparação total do animal e nos cortes histológicos montados em lâmina. Ao mesmo tempo que a anatomia do amocete está sendo estudada, deve-se procurar relacioná-la com a do anfioxo.

I. Estudo de uma preparação total em vista lateral (Fig. 15)

Morfologia externa

Nadadeiras dorsal, caudal e ventral (= anal)

Aberturas do corpo: pré-oral, branquiais e anal

Tegumento com cromatóforos

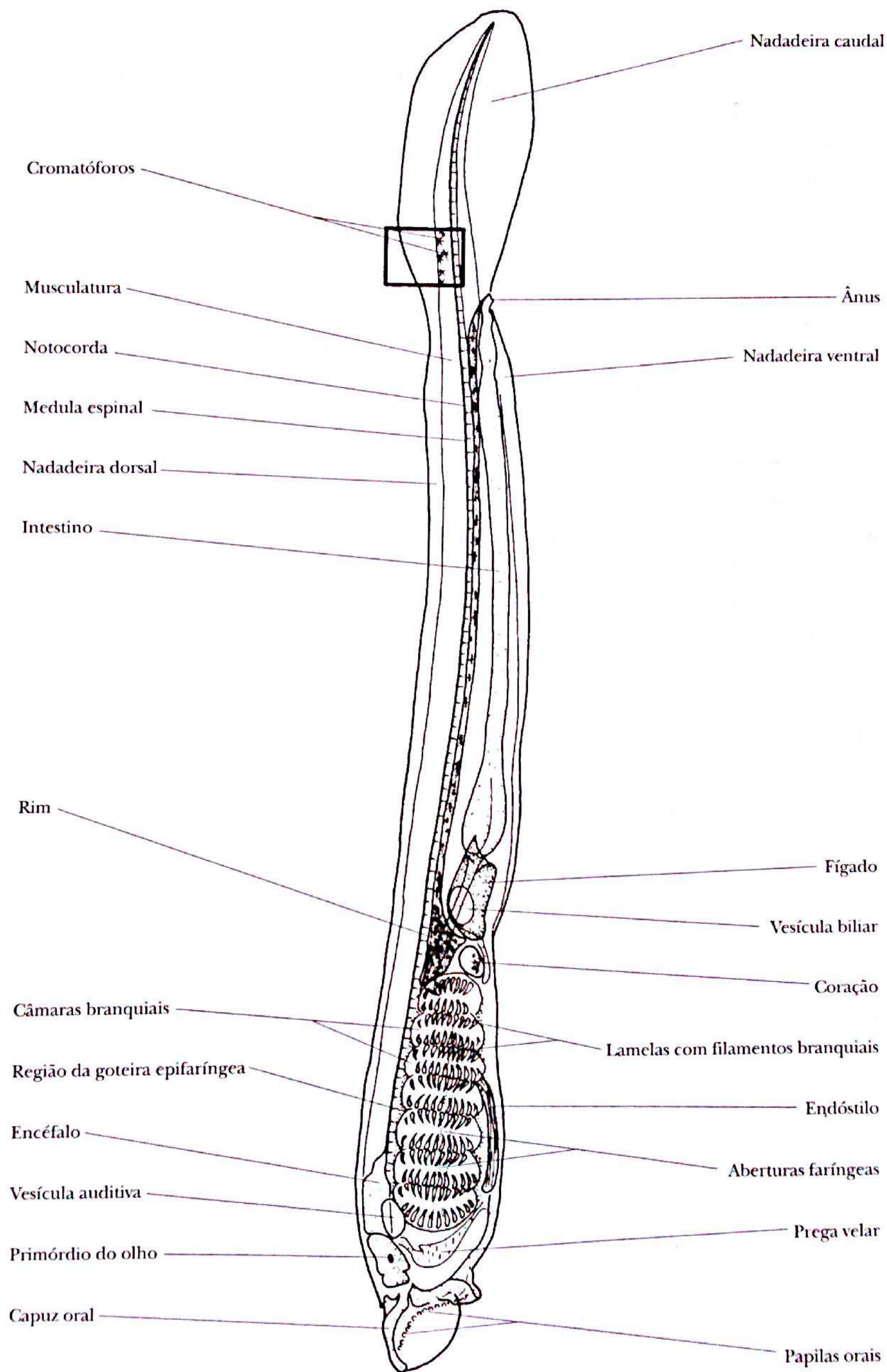


Figura 15. AMOCETE (*Petromyzon marinus*) em preparação total. Os cromatóforos só foram representados no detalhe da cauda.

Anatomia interna

Musculatura (miômeros e miosseptos dificilmente observáveis, não representados na figura)

Sistema digestivo

Região oral

Capuz oral

Papilas orais

Prega velar

Região faríngea

Câmaras branquiais

Lamelas com filamentos branquiais

Endóstilo

Região da goteira epifaríngea

Região intestinal

Fígado (com vesícula biliar)

Intestino

Ânus

Notocorda

Sistema nervoso

Encéfalo

Olhos (primórdios)

Vesículas auditivas

Medula espinal

Sistema circulatório

Coração

Sistema excretor

Rim

II. Estudo de um corte transversal na região da faringe (Fig. 16)

Tegumento

Epiderme estratificada

Derme

Musculatura

Miômeros

Miosseptos

Sistema nervoso

Tubo neural (achatado)

Canal do epêndima

Espaço neural

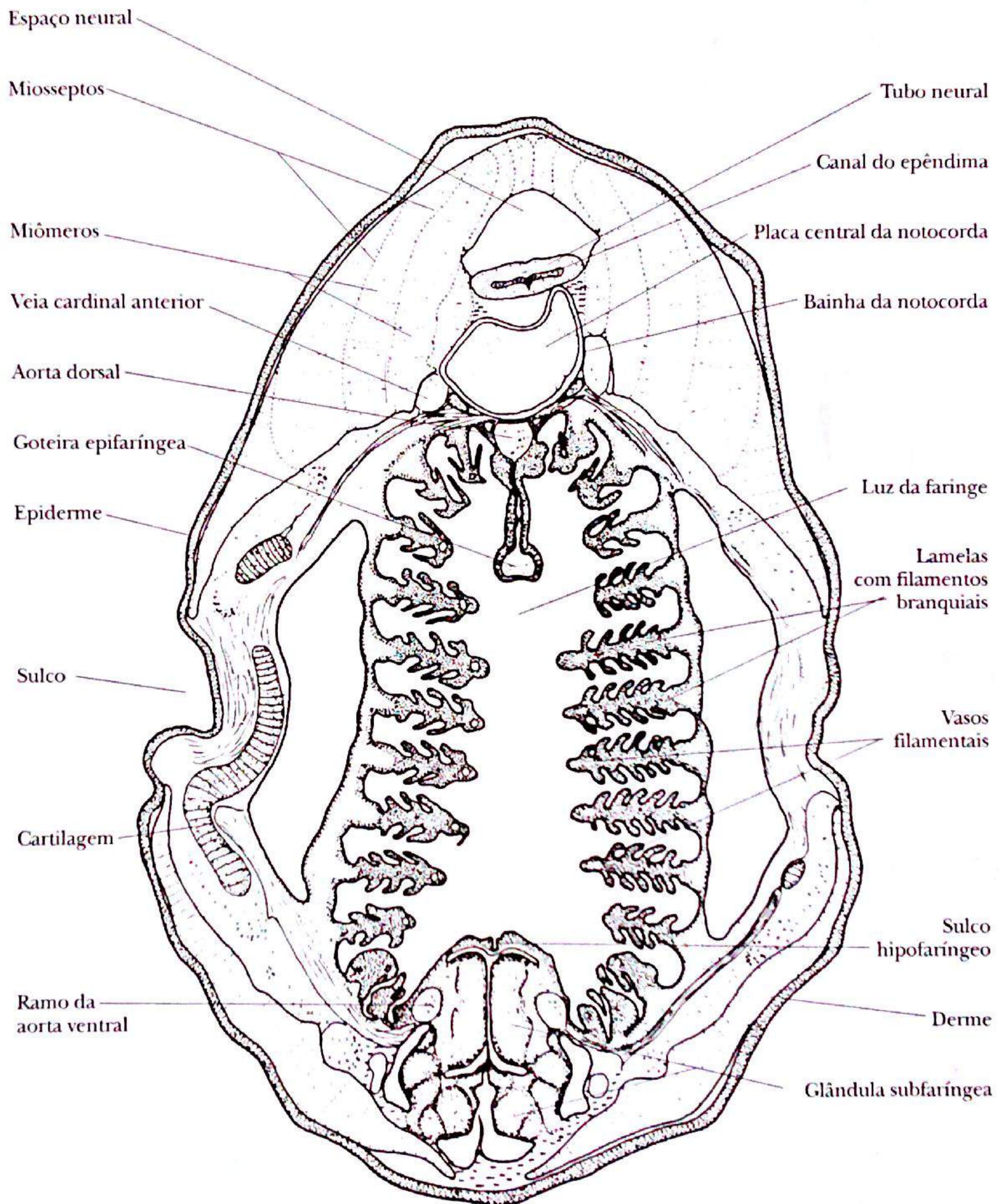


Figura 16. AMOCETE (*Petromyzon marinus*) em corte transversal na região da faringe.

Notocorda

Bainha fibrosa

Placa central

Faringe

Câmaras branquiais

Sulco onde se localizam as aberturas branquiais

Lamelas com filamentos branquiais e vasos

Goteira epifaríngea

Endóstilo com glândula subfaríngea e sulco hipofaríngeo

Cartilagens de sustentação

Sistema circulatório

Aorta dorsal (sob a notocorda)

Aorta ventral (sob o endóstilo); dependendo da região do corte, apresenta-se dupla

Veias cardinais anteriores direita e esquerda (ao lado da notocorda)

III. Estudo de um corte transversal na região intestinal (Fig. 17)

Tegumento

Epiderme estratificada

Derme

Musculatura

Miômeros

Miosseptos

Sistema nervoso

Tubo neural (achatado)

Canal do epêndima

Espaço neural

Tecido aracnóideo (dorsal)

Notocorda

Placa central

Bainha fibrosa

Intestino com válvula espiral (em forma de uma prega simples)

Sistema circulatório

Aorta dorsal

Veias cardinais posteriores

Veia subintestinal (envolvida pela válvula espiral)

Rim

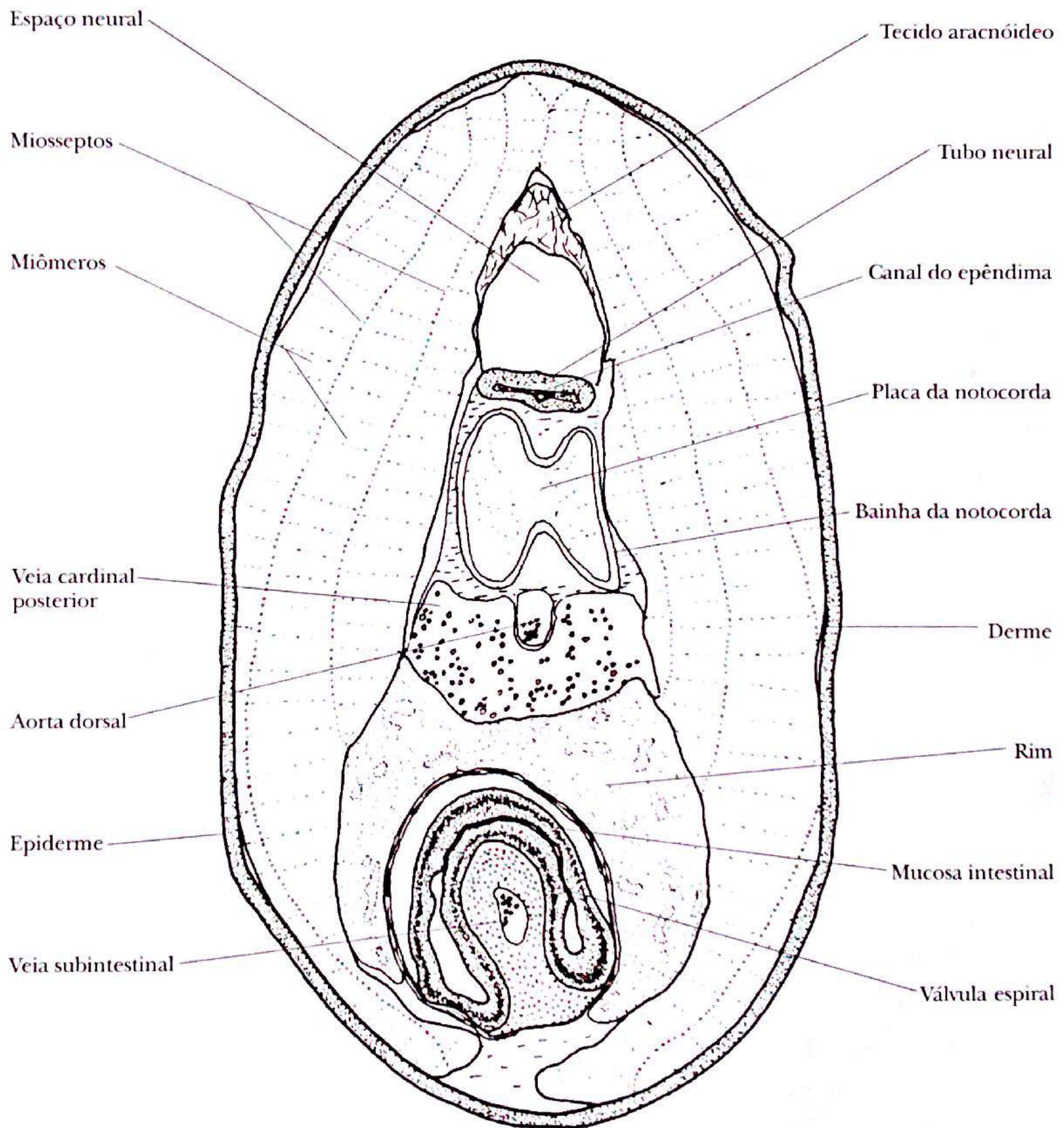


Figura 17. AMOCETE (*Petromyzon marinus*) em corte transversal na região do intestino.

Atividades Complementares

Após o estudo do amocete, sugere-se a elaboração de um quadro comparativo entre ele e o anfioxo, levando-se em consideração as características citadas abaixo:

- biologia: hábitat, alimentação da larva e do adulto e reprodução;
- morfologia externa: nadadeiras (estrutura, número, forma e posição), epiderme, aberturas do corpo e estruturas sensoriais;
- anatomia interna: notocorda (estrutura, posição e extensão); musculatura (longitudinal e transversal); sistema nervoso (encefalização, posição do tubo neural em relação à notocorda, órgãos sensoriais); região faríngea (estrutura, posição relativa no corpo e função); região intestinal (estruturas associadas e respectivas funções); sistemas excretor e circulatório (estrutura e posição dos diferentes componentes).

Uma vez estudados dois representantes do Filo Chordata pertencentes a Subfilos distintos (Cephalochordata e Urochordata), com base nas comparações feitas anteriormente verificar as sinapomorfias de Chordata observáveis nestes dois animais.

Bibliografia

- HARDISTY, M.W. 1979. *Biology of the Cyclostomes*. London, Chapman and Hall. 428 p.
- _____. & POTTER, I.C. 1971. *The Biology of Lampreys*. London, Academic Press. 2 v.
- MOYLE, P.B. & CECH Jr., J.J. 1982. *Fishes: An Introduction to Ichthyology*. New Jersey, Prentice Hall. 593 p.



CHONDRICHTHYES

A Classe Chondrichthyes, que inclui cações, raias e quimeras, caracteriza-se pela presença de **palatoquadrado** (estruturas esqueléticas das maxilas) não ossificado. Esses peixes têm esqueleto cartilaginoso, freqüentemente calcificado, mas nunca ossificado; o crânio é uma peça única, sem suturas; a boca é ventral; as escamas, quando presentes, são do tipo **placóide**; a nadadeira caudal é do tipo heterocerca; a fecundação é interna e os machos possuem um par de **cláspers**, que são os órgãos copuladores.

Atualmente existem cerca de 800 espécies reconhecidas de Chondrichthyes, número modesto se comparado ao dos Osteichthyes. Apesar disso, são organismos bem-sucedidos no nicho de predadores marinhos.

Os Chondrichthyes subdividem-se nas Subclasses Elasmobranchii (cações e raias) e Holocephali (quimeras). Os Elasmobranchii são peixes primariamente marinhos; apenas um grupo de raias conquistou efetivamente nichos de água doce. Os cações são, em sua maioria, pelágicos e apresentam um corpo fusiforme. No entanto, alguns grupos de cações e as raias desenvolveram especializações para o hábito bentônico, com o aparecimento de durofagia, e outros tornaram-se secundariamente filtradores. Esses peixes apresentam de cinco a sete fendas faríngeas, com septos separando as câmaras branquiais (o que dá origem ao termo Elasmobranchii). São ovíparos, ovovivíparos ou vivíparos.

As 30 espécies atuais de Holocephali são exclusivamente bentônicas e geralmente vivem em profundidades superiores a 80 m (chegando, em alguns casos, a mais de 900 m). São animais durófagos, alimentando-se de equinodermos, crustáceos e moluscos. Caracterizam-se pela presença de **opérculo membranoso**,

nadadeira caudal modificada em um filamento muito longo e primeira nadadeira dorsal alta, na frente da qual pode existir um espinho associado a glândulas de veneno. São ovíparos.

Os Chondrichthyes apresentam similaridades e diferenças com relação a dois grupos de peixes extintos, os Placodermi e os Acanthodi. Alguns autores reúnem os Placodermi e os Chondrichthyes em um grupo maior, os Elasmobranchiomorphi. Como os estudos filogenéticos desse grupo são dificultados pela ausência ou deficiência de bons registros fósseis, a maioria dos pesquisadores mantém os Placodermi e Chondrichthyes separados em duas Classes distintas.

A classificação apresentada no Quadro 2 baseia-se em COMPAGNO (1977 e 1984) e McEACHRAM (1982).

Quadro 2. UMA CLASSIFICAÇÃO DOS CHONDRICHTHYES ATUAIS

Classe Chondrichthyes

Subclasse Elasmobranchii

Squalomorphii – marinhos

Ordem Hexanchiformes (caçã-bruxa)

Ordem Squaliformes (caçã-bagre)

Ordem Pristiophoriformes (peixe-serra)

Batoidea: predominantemente marinhos

Ordem Rhinobatiformes (raia-viola)

Ordem Rajiformes (raia-chita, raia-santa)

Ordem Pristiformes (peixe-serra)

Ordem Torpediniformes (raia-elétrica)

Ordem Myliobatiformes (raia-manteiga, jamanta)

Ordem Squatiniformes, gênero *Squatina* (caçã-anjo)

Galeomorphi: predominantemente marinhos

Ordem Heterodontiformes

Ordem Orectolobiformes (caçã-lixá, tubarã-baleia)

Ordem Lamniformes (caçã-raposa, anequim, tubarã-branco)

Ordem Carcharhiniformes (tintureira, tubarã-martelo)

Subclasse Holocephali: marinhos (quimeras)

Objetivos

- Treinar a utilização de chaves para identificação de peixes.
- Reconhecer representantes de Chondrichthyes brasileiros.
- Familiarizar-se com a morfologia externa dos Chondrichthyes, relacionando-a com seu modo de vida.
- Identificar os caracteres diagnósticos dos diferentes grupos.

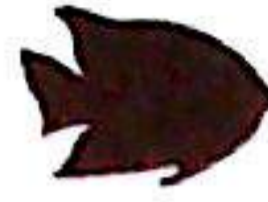
6.1. IDENTIFICAÇÃO DE CHONDRICHTHYES BRASILEIROS

Esta atividade consiste na identificação de diferentes espécies de Chondrichthyes utilizando-se as chaves dicotômicas para famílias, gêneros e espécies, de FIGUEIREDO (1977). Essa publicação, embora destinando-se ao Sudeste do Brasil, inclui a grande maioria das espécies encontradas na costa brasileira. Após a identificação, realizar a leitura dos dados biológicos correspondentes a cada uma das espécies.

Observar, de maneira comparativa, a forma geral do corpo, relacionando-a com o modo de vida dos animais. Identificar as adaptações relacionadas com a alimentação nos diferentes grupos.

Bibliografia

- CARVALHO FILHO, A. 1992. *Peixes; Costa Brasileira*. São Paulo, Marca D'Água. 304 p.
- COMPAGNO, L.J.V. 1977. "Phyletic Relationships of Living Sharks and Rays". *Am. Zool.*, New York, 17 (2): 303-322.
- _____. 1984. *Sharks of the World: An Annotated and Illustrated Catalogue of Shark Species Known to Date*. Rome, FAO. vol. 4, pt.1, 2.
- FIGUEIREDO, J.L. 1977. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil: I. Introdução. Cações, Raias e Quimeras*. São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 104 p.
- MAISEY, J. G. 1984. "Higher Elasmobranch Phylogeny and Biostratigraphy." *Zool. J. Linnean Soc.*, London, 82: 33-54.
- McEACHRAN, J.D. 1982. "Chondrichthyes." In: PARKER, S.P. (ed.). *Synopsis and Classification of Living Organisms*. New York, McGraw-Hill, pp. 831-858.
- MOYLE, P.B. & CECH Jr., J.J. 1982. *Fishes: An Introduction to Ichthyology*. New Jersey, Prentice Hall. 593 p.
- NELSON, J. S. 1984. *Fishes of the World*. 2. ed. New York, J. Wiley. 523 p.
- SCHAEFFER, B. 1981. "The Xenacanth Shark Neurocranium, with Comments on Elasmobranch Monophyly". *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, New York, 169: 1-66.



OSTEICHTHYES

Os Osteichthyes apresentam grande variedade de formas, associadas à conquista de inúmeros nichos aquáticos. De um modo geral, são caracterizados pela presença de: ossos **pré-maxilar** e **maxilar**, entre outros; esqueleto pelo menos em parte ossificado; **opérculo ósseo** recobrindo as brânquias; elementos homólogos na cintura, escapular ou peitoral (clavícula, cleitro, pós-cleitro, supracleitro e pós-temporal); raios dérmicos sustentando as nadadeiras; corpo geralmente recoberto por escamas ósseas – **ganóides**, **cosmóides** ou **elasmóides**; um divertículo esofágico que pode ter a função de órgão respiratório acessório e/ou de flutuabilidade. Vários autores reúnem os Osteichthyes e os extintos Acanthodi no táxon Teleostomi, com base no compartilhamento de caracteres osteológicos.

A Classe Osteichthyes tem sido subdividida em dois ou mais grandes grupos, considerados monofiléticos: os Actinopterygii, os Crossopterygii e os Dipneusti (= Dipnoi); alguns autores reconhecem ainda uma outra Subclasse, os Brachiopterygii.

Nos Dipneusti e Crossopterygii (freqüentemente agrupados no táxon Sarcopterygii), assim como nos Brachiopterygii, a sustentação interna das nadadeiras pares é dada por um eixo central (“nadadeira lobada”), onde cada um de seus elementos (ossos axiais) articula-se com um par de ossos radiais nos quais, por sua vez, articulam-se os raios da nadadeira. Os Sarcopterygii foram um grupo numeroso no Paleozóico (60 gêneros), mas atualmente são reconhecidos apenas quatro gêneros e sete espécies. Os Dipneusti, ou peixes-pulmonados, têm sua distribuição restrita às águas continentais tropicais da América do Sul (*Lepidosiren*), África (*Protopterus*) e Austrália (*Neoceratodus*). Os Crossopterygii incluem uma única

espécie conhecida atualmente, *Latimeria chalumnae*, que ocorre na costa oriental da África, ao norte de Madagáscar.

Os Brachiopterygii constituem um pequeno grupo de peixes de água doce da Região Etiópica. Suas relações de parentesco com os demais grupos de Osteichthyes são ainda controversas. As nadadeiras pares têm uma semelhança superficial com as dos Sarcopterygii. A estrutura das escamas, no entanto, os aproxima dos Chondrostei.

Os Actinopterygii possuem as nadadeiras pares sustentadas internamente por raios (“nadadeira raiada”) que se articulam com elementos basais. As irradiações sofridas por esse grupo de peixes são representadas atualmente por três grupos: os Chondrostei e Holostei, com poucos representantes, e os Teleostei, que tiveram um grande sucesso evolutivo, apresentando cerca de 30 mil espécies.

Tanto os Chondrostei como os Holostei são, na sua concepção tradicional, grupos parafiléticos. Os Chondrostei incluiriam o ramo que originou os Holostei e estes, por sua vez, incluiriam o ramo ancestral dos Teleostei. Estudos recentes demonstraram que os holósteos atuais compreendem dois grupos monofiléticos, um deles (o gênero *Amia*, com uma espécie atual, *A. calva*) é mais próximo dos teleósteos que dos outros holósteos vivos (do gênero *Lepisosteus*). Por esse motivo, os holósteos atuais foram subdivididos em Halecomorphi (grupo-irmão dos Teleostei) e Ginglymodi (grupo-irmão dos Halecomorphi + Teleostei = Halecostomi). Por outro lado, os condrosteos atuais (esturjões e peixes-espátula) parecem constituir um grupo monofilético, daí a manutenção desse táxon na classificação aqui utilizada.

Os Teleostei apresentam vários caracteres derivados relacionados com a locomoção e os mecanismos alimentares. Esses peixes conquistaram um grande número de nichos marinhos e de água doce. Encontram-se em habitats que incluem desde rios de grandes altitudes até as regiões batipelágicas dos oceanos, participando das mais diversas redes alimentares, o que lhes confere grande importância ecológica e econômica.

A classificação apresentada segue basicamente NELSON (1984).

Quadro 3. UMA CLASSIFICAÇÃO SIMPLIFICADA DOS OSTEICHTHYES ATUAIS

Classe Osteichthyes

Subclasse Dipneusti: Regiões Australiana (*Neoceratodus*), Etiópica (*Protopterus*) e Neotropical (*Lepidosiren* – pirambóia)

Subclasse Brachiopterygii: Região Etiópica (*Polypterus* – bichir)

Subclasse Crossopterygii

Superordem Actinistia: marinho, costas orientais da África (*Latimeria* – celacanto)

Subclasse Actinopterygii

Infraclasse Chondrostei: águas doces do Hemisfério Norte (esturjões, peixes-espátula)

Infraclasse Neopterygii

Divisão Ginglymodi: águas doces do Hemisfério Norte (*Lepisosteus* – gar)

Divisão Halecostomi

Subdivisão Halecomorphi: águas doces do Hemisfério Norte (*Amia* – bowfin)

Subdivisão Teleostei

Infradivisão Elopomorpha: marinhos; alguns penetram em águas doces (tarpão, ubarana, enguias, moréias)

Infradivisão Clupeomorpha: marinhos; algumas espécies em água doce (sardinhas, manjubas)

Infradivisão Osteoglossomorpha: água doce (pirarucu, aruanã)

Infradivisão Euteleostei

Superordem Protacanthopterygii: tanto em água doce como no mar (salmão, trutas)

Superordem Ostariophysii: primariamente de água doce

Ordem Cypriniformes: Regiões Holártica, Etiópica e Oriental (carpa, barbos, peixinho-dourado)

Ordem Characiformes: Regiões Neotropical e Etiópica (traíra, curimatá, piavas, lambaris, piranhas, pacus, dourado)

Ordem Siluriformes

Subordem Siluroidei: cosmopolita; duas famílias com espécies marinhas (bagres, cascudos)

Subordem Gymnotoidei: Região Neotropical (poraquê, ituí, sarapó)

Superordem Paracanthopterygii: predominantemente marinhos (bacalhau, merluza, mamangá-liso, peixe-morcego)

Superordem Acanthopterygii

Série Atherinomorpha: tanto em água doce como no mar (peixe-rei, agulhas, guarus, tralhoto)

Série Percomorpha: predominantemente marinhos, são o maior grupo dentro dos Osteichthyes.

Algumas Ordens e Subordens de Percomorpha significativas:

Ordem Gasterosteiformes (cavalo-marinho, peixe-cachimbo, trombeta)

Ordem Perciformes

Subordem Percoidei: maior grupo de Percomorpha; a maioria das famílias é marinha e tem ampla distribuição.

Algumas Famílias de Percoidei significativas :

Família Centropomidae (robalo)

Família Serranidae (badejos, garoupas, mero)

Família Echeneidae (rêmoras)

Família Carangidae (xaréus, pamos, peixe-galo)

Família Sciaenidae (pescadas, corvina)

Família Cichlidae: Regiões Neotropical e Etiópica (tilápia, tucunaré, apaiari)

Subordem Scombroidei (atum, cavala, peixe-espada, marlim)

Subordem Mugiloidei (tainha)

Subordem Sphyraenoidei (barracuda)

Ordem Labroidei (peixe-papagaio, gudião)

Ordem Scorpaeniformes (peixe-pedra, cabrinha)

Ordem Pleuronectiformes (linguados)

Ordem Tetraodontiformes (peixe-porco, peixe-cofre, peixe-lua, baiacus)

Objetivos

- Treinar a utilização de chaves para identificação de peixes.
- Reconhecer representantes de teleósteos brasileiros.
- Apreciar a diversidade dos Teleostei, relacionando a morfologia externa com os diversos modos de vida.
- Identificar caracteres diagnósticos dos diferentes grupos.

7.1. IDENTIFICAÇÃO DE TELEOSTEI BRASILEIROS

Para a determinação das famílias, gêneros e espécies de peixes de água doce, utilizar chaves como as de BRITSKI (1970) e BRITSKI *et al.* (1984), que, embora regionais, incluem um bom número de espécies encontradas no Brasil.

A identificação de gêneros e espécies marinhas pode ser realizada a partir das chaves incluídas em FIGUEIREDO & MENEZES (1978 e 1980) e MENEZES & FIGUEIREDO (1980 e 1985), com base no reconhecimento prévio das famílias.

Observar, para cada exemplar, a forma geral do corpo (alto ou baixo, comprimido ou roliço), o número, a posição e a presença de espinhos e raios moles nas nadadeiras, a forma da nadadeira caudal, a presença ou não de escamas e suas

modificações, entre outros. Relacionar essas características com aspectos da história natural do animal, com ênfase na locomoção – peixes de superfície, meia-água ou fundo – presença de hábitos criptobióticos, modos de defesa etc.

Reconhecer as sinapomorfias de Osteichthyes, Actinopterygii e Teleostei, e caracteres diagnósticos nos diferentes níveis taxonômicos até espécie.

Comparar a disparidade morfológica e a riqueza de espécies nos Elasmobranchii e nos Teleostei, grupos dominantes de peixes atuais.

Bibliografia

- CARVALHO FILHO, A. 1992. *Peixes; Costa Brasileira*. São Paulo, Marca D'Água. 304 p.
- BRITSKI, H. A. 1970. "Peixes de Água Doce do Estado de São Paulo. Sistemática." In: *Poluição e Piscicultura*. São Paulo, Faculdade de Saúde Pública da USP/ Instituto de Pesca, pp. 79-108.
- BRITSKI, H.A.; SATO, Y. & ROSA, A.B.S. 1984. *Manual de Identificação de Peixes da Região de Três Marias*. Brasília, Câmara dos Deputados/ CODEVASE. 143 p.
- FIGUEIREDO, J.L. & MENEZES, N.A. 1978. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil: II. Teleostei (1)*. São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 110 p.
- _____. & _____. 1980. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil: III. Teleostei (2)*. São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 91 p.
- GREENWOOD, P.H.; ROSEN, D.E.; WEITZMAN, S.H. & MYERS, G.S. 1966. "Phyletic Studies of Teleostean Fishes, with a Provisional Classification of Living Forms." *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, New York, 131 (4): 341-354.
- LAUDER, G.V. & LIEM, K.F., 1983. "The Evolution and Interrelationships of the Actinopterygian Fishes." *Bull. Mus. Comp. Zool.*, Harvard, 150 (3): 95-197.
- MENEZES, N.A. & FIGUEIREDO, J.L., 1980. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil: IV. Teleostei (3)*. São Paulo. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 96 p.
- _____. & _____. 1985. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil: V. Teleostei (4)*. São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 105 p.
- NELSON, J.S. 1984. *Fishes of the World*. 2. ed. New York. J. Wiley. 523 p.
- WEBB, J.E.; WALLWORK, J.A. & ELGOOD, J.H. 1981. *Guide to Living Fishes*. London, Macmillan Press. 181 p.



AMPHIBIA

Na concepção tradicional, os anfíbios reúnem o grupo de tetrápodes que conquistou o ambiente terrestre. Constituem um conjunto muito diversificado de vertebrados anamniotas, composto por formas fósseis e recentes, cuja posição filogenética ainda é amplamente discutida. Embora não haja dúvidas de que seus parentes mais próximos foram os Rhipidistia, admite-se hoje que o grupo, como até então concebido, é parafilético, pois inclui a linhagem fóssil dos Anthracosauria, que deu origem aos Reptilia. Os anfíbios modernos, no entanto, formam um grupo monofilético bem corroborado por algumas sinapomorfias: **dentição pedicelada**; presença de uma região sensorial no ouvido interno conhecida por **papila amphibiorum**; presença, no ouvido médio, de um osso conhecido por **opérculo** (não-homólogo ao opérculo ósseo dos Osteichthyes); presença de **glândulas de veneno** no tegumento e **corpos adiposos** situados cranialmente às gônadas. Estão atualmente incluídos em três Ordens que constituem a Subclasse Lissamphibia: Gymnophiona, Urodela e Anura. A diversidade reprodutiva do grupo é enorme e, embora haja exceções, a maioria das espécies tem uma fase de vida larval – terrestre ou aquática – que, após a metamorfose, dá origem ao animal adulto.

Os Gymnophiona atuais são raros e estão representados por cerca de 160 espécies distribuídas em seis famílias. São animais ápodos e alongados, sem vestígios internos de cinturas e conhecidos popularmente por cobras-cegas ou cecílias. Sua distribuição geográfica está restrita aos trópicos das Américas, África e Ásia, especialmente em áreas com chuvas abundantes. Todas as espécies têm fecundação interna obtida por meio de um órgão copulador conhecido por **falodeu**. Uma família (Typhlonectidae) inclui representantes aquáticos.

Os Urodela ou Caudata formam o segundo grupo em diversidade de espécies. Ao contrário dos Gymnophiona, as salamandras têm sua ocorrência praticamente limitada às regiões frias e temperadas do globo. Existem atualmente cerca de 400 espécies. A cauda é bem desenvolvida e os membros, apesar de sofrerem redução em diferentes graus, estão sempre presentes. A fecundação é geralmente interna, porém não há órgão copulador: os machos depositam um espermatóforo que é capturado pela cloaca da fêmea e alojado em uma espermateca até a fecundação. Das nove famílias atuais, a que apresenta maior riqueza de espécies é a dos Plethodontidae, cujos representantes, caracteristicamente, perderam os pulmões e respiram apenas pelo tegumento. Muitas das espécies de Urodela são neotênicas, isto é, os adultos retêm caracteres larvais, como as brânquias.

Os Anura (sapos, rãs e pererecas) são adaptados para o salto e não possuem cauda quando adultos. Suas vértebras caudais estão fundidas no adulto num osso conhecido por uróstilo. Existem aproximadamente 4 000 espécies, divididas em cerca de 20 famílias, cuja classificação é controversa. Na maioria dos anuros a fecundação é externa, mas há espécies ovovivíparas e vivíparas com fertilização interna. De todos os vertebrados, os anuros são os que apresentam a maior diversidade de modos reprodutivos, podendo utilizar praticamente todos os tipos de ambientes aquáticos disponíveis e, em alguns casos, prescindir da presença deles.

A classificação apresentada no Quadro 4 baseia-se em ZUG (1993).

Quadro 4. UMA CLASSIFICAÇÃO DOS AMPHIBIA ATUAIS

* Ocorre no Brasil

Classe Amphibia

Subclasse Lissamphibia

Ordem Gymnophiona (= Apoda) (cobras-cegas ou cecílias)

Família Caeciliidae* – Regiões Neotropical, Etiópica e Oriental

Família Ichthyophidae – Região Oriental

Família Rhinatrematidae* – Região Neotropical

Família Scolecomorphidae – Região Etiópica

Família Typhlonectidae* – Região Neotropical

Família Uraeotyphlidae – Região Oriental

Ordem Urodela (= Caudata) (salamandras)

Subordem Cryptobranchoidea

Família Cryptobranchidae – Regiões Neártica e Oriental

Família Hynobidae – Regiões Paleártica e Oriental

Subordem Salamandroidea

Família Ambystomatidae – Região Neártica
Família Amphiumidae – Região Neártica
Família Dicamptodontidae – Região Neártica
Família Plethodontidae* – Regiões Holártica e Neotropical
Família Proteidae – Região Holártica
Família Salamandridae – Região Holártica e leste do México

Subordem Sirenoidea

Família Sirenidae – Região Neártica

Ordem Anura (= Salientia) (sapos, rãs e pererecas)

Subordem Archaeobatrachia

Família Ascaphidae – Região Neártica

Família Discoglossidae – Regiões Paleártica e Oriental

Família Leiopelmatidae – Região Australiana

Subordem Mesobatrachia

Pipoidea

Família Pipidae* – Regiões Neotropical e Etiópica (sapo-aru)

Família Rhynophrynidae* – Região Neotropical

Pelobatoidea

Família Pelobatidae – Regiões Holártica e Oriental

Família Pelodytidae – Região Paleártica

Subordem Neobatrachia

Bufonoidea

Família Brachycephalidae* – Região Neotropical (pingo-de-ouro)

Família Bufonidae* – em todas as Regiões; introduzida recentemente na Região Australiana (sapo-comum)

Família Centrolenidae* – Região Neotropical (sapo-vidro)

Família Dendrobatidae* – Região Neotropical

Família Heleophrynidae – Região Etiópica

Família Hylidae* – Regiões Paleártica e Neotropical (pererecas)

Família Leptodactylidae* – Região Neotropical (gia, caçote)

Família Myobatrachidae – Região Australiana

Família Pelodryadidae – Região Australiana

Família Pseudidae* – Região Neotropical

Família Sooglossidae – Região Etiópica

Microhyloidea

Família Microhylidae* – Regiões Neotropical, Etiópica, Oriental e Australiana

Ranoidea

Família Hyperolidae – Região Etiópica

Família Ranidae* – cosmopolita (rã)

Família Rhacophoridae – Regiões Etiópica e Oriental

Objetivos

- Reconhecer alguns dos representantes neotropicais das três Ordens atuais de anfíbios.
- Identificar a fase de desenvolvimento de alguns girinos de anuros, de acordo com a tabela de desenvolvimento fornecida.

8.1. ESTUDO DAS ORDENS DE ANFÍBIOS ATUAIS

Com base nos conhecimentos adquiridos, procurar reconhecer representantes dos adultos das três Ordens de anfíbios entre o material disponível ao estudo.

Questões

1. Que características podem ser empregadas para diagnosticar cada Ordem ?
2. Qual o tipo de locomoção empregado pelos representantes de cada uma delas?
3. Em que tipo de hábitat ocorrem ?
4. Entre os representantes de cada Ordem, observar diferenças morfológicas. Quais podem ser evidenciadas? Relacioná-las com o modo de vida do animal.

8.2. ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DE GIRINOS DE ANUROS

GOSNER (1960) propôs uma categorização detalhada dos diferentes estágios de desenvolvimento dos anuros que, até hoje, é utilizada como padrão em estudos sobre a história natural desses animais. Essa classificação inclui 46 estágios, desde a fecundação do óvulo (estágio 1) até a reabsorção total da cauda (estágio 46), e pode ser encontrada em vários livros sobre anfíbios (por exemplo, DUELLMAN & TRUEB 1986). A Tabela III foi elaborada a partir de uma simplificação didática da proposta de GOSNER e inclui quatro “etapas” do desenvolvimento,

podendo ser utilizada caso não se tenha acesso à bibliografia com a categorização detalhada.

Observar sob estereomicroscópio vários girinos de várias espécies em diferentes estágios de desenvolvimento. Procurar identificar a etapa de cada um deles, reconhecendo suas principais características. Observar também:

- boca, dentículos córneos e papilas orais
- posição do opérculo
- comprimento e largura da cauda
- posição da boca
- intestino

Tabela III. ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DE ANUROS, com a indicação de suas principais alterações morfológicas e funcionais. A indicação de estágios refere-se à proposta de GOSNER (1960) (adaptado de DUELLMAN & TRUEB 1986).

| ETAPA | REPRESENTAÇÃO DAS ETAPAS | DESCRIÇÃO DAS ETAPAS |
|------------------------------|--|---|
| I Desenvolvimento inicial | <p>A 2º corpúsculo polar B Broto das brânquias</p> | Desde a fecundação (A) até a formação do broto das brânquias externas (B) e o início do batimento cardíaco. Antes do final dessa etapa, o embrião passa a apresentar resposta muscular. |
| II Formação do opérculo | <p>C Bico e dentículos córneos C Brânquias externas D Opérculo E Espiráculo</p> | Desde o início da circulação branquial (brânquias externas mais desenvolvidas - C) até o recobrimento total das brânquias pelo opérculo e a formação do espiráculo (D, E) e a diferenciação total do bico e dos dentículos córneos (D). Essas modificações preparam o indivíduo para a fase trófica. |
| III Formação dos membros | <p>G Tubérculo subarticular F Broto do membro posterior F Tubo anal H Cloaca (tubo anal foi reabsorvido)</p> | Início da metamorfose: desde o aparecimento dos brotos dos membros posteriores (F) até sua diferenciação total (que se dá com o aparecimento dos tubérculos subarticulares - G) e a perda do tubo anal (H). Durante essa etapa, os membros anteriores estão em desenvolvimento no interior da cavidade opercular. |
| IV Reabsorção da cauda | <p>I Membro anterior J Boca totalmente desenvolvida L Reabsorção completa da cauda</p> | Final da metamorfose: desde o rompimento do opérculo e emergência dos membros anteriores e a perda total do bico e dos dentículos córneos (I) até o desenvolvimento completo da boca (J) e reabsorção total da cauda (L). |

Questões

1. Quais características indicam o modo de vida do animal?
2. Que tipo de cauda e orientação da boca esperar-se-ia encontrar em girinos de ambientes lênticos (águas paradas) que se alimentam na superfície? E em girinos que se alimentam no fundo?
3. Com relação a esse padrão, que tipo de adaptações morfológicas esperar-se-ia encontrar em girinos de ambientes de águas correntes (lóticos)?

Bibliografia

- DUELLMAN, W.E. & TRUEB, L. 1986. *Biology of Amphibians*. New York, McGraw-Hill. 670 p.
- FROST, D.R. (ed.). 1985. *Amphibian Species of the World*. Kansas, Allen Press & Association of Systematic Collections. 750 p.
- GOIN, C.J. & GOIN, O.B. 1962. *Introduction to Herpetology*. San Francisco, Freeman. 353 p.
- GOSNER, K.L. 1960. "A Simplified Table for Staging Anuran Embryos and Larvae with Notes on Identification." *Herpetologica*, Johnson, 16: 183-190.
- HARDING, K.A. 1983. *Catalogue of New World Amphibians*. Oxford, Pergamon Press. 406p.
- NOBLE, G.K. 1931. *The Biology of Amphibia*. New York, McGraw-Hill. 577 p.
- TAYLOR, D.H. & GUTTMAN, S.I. 1977. *The Reproductive Biology of Amphibians*. New York, Plenum Press. 848 p.
- WEBB, J.E.; WALLWORK, J.A. & ELGOOD, J.H. 1981. *Guide to Living Amphibians*. London, Macmillan Press. 144 p.
- ZUG, G.Z. 1993. *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. London, Academic Press. 527 p.



CHELONIA, CROCODYLIA E LEPIDOSAUFOMORPHA

Os Reptilia são o exemplo clássico de um grupo parafilético, não apenas porque excluem as aves, seus descendentes, como também porque incluem as linhagens de Synapsida, mas excluem seus parentes mais próximos, os Mammalia. As classificações recentes tornaram o grupo monofilético pela exclusão dos Synapsida e inclusão das Aves, subdividindo os Reptilia em dois grandes grupos: Anapsida, que inclui apenas os Chelonia, e Diapsida, que engloba os demais. Os Diapsida são divididos em dois grandes grupos aparentemente monofiléticos: Archosauromorpha e Lepidosauromorpha. No primeiro estão as Aves e seus parentes vivos mais próximos (os Crocodylia), além dos grandes grupos de dinossauros; no segundo, os demais répteis atuais (lagartos, serpentes, cobras-de-duas-cabeças e tuatara) e formas afins. Apesar dessas modificações terem o mérito de refletir as relações de parentesco entre esse grupo de vertebrados amniotas, elas são recentes e ainda persistem muitas dúvidas. Considerando-se os grupos atuais apenas, algumas inconsistências permanecem. Se por um lado não há dúvida de que os Chelonia, as Serpentes, os Crocodylia, os Amphisbaenia e os Rhynchocephalia são grupos naturais monofiléticos, os Sauria (= Lacertilia), táxon que tradicionalmente inclui os lagartos, permanecem parafiléticos. Isto porque, segundo as hipóteses clássicas, eles deram origem às Serpentes e aos Amphisbaenia. Na verdade, existem sinapomorfias seguras para os Squamata (lagartos, serpentes e cobras-de-duas-cabeças), como, por exemplo, a presença de órgãos copuladores especializados – os hemipênis. Porém, para que a sua classificação refletisse as relações de parentesco entre eles, tanto as Serpentes como os Amphisbaenia deveriam ter *status* talvez equivalente ao de algumas famílias de lagartos. É por esta razão que, na classifi-

cação proposta abaixo, alguns grupos são utilizados informal e propositadamente sem categoria taxonômica .

Os Chelonia têm um crânio anápsido e podem ser prontamente reconhecidos pela presença de uma carapaça dorsal e de um plastrão ventral, estruturas complexas e únicas entre os vertebrados. Eles são também os únicos tetrápodes com as cinturas situadas no interior da cavidade torácica. As tartarugas atuais não têm dentes. Existem 11 famílias que somam em torno de 240 espécies, ocorrendo em todas as regiões zoogeográficas do globo. Os Chelonia estão divididos em dois grandes grupos de acordo com o modo de retração do pescoço; são encontrados na terra, na água doce e no mar.

Os Crocodylia – jacarés, crocodilos e gaviais – são os únicos dentre os répteis atuais a apresentar dentição tecodonte e um palato secundário bem desenvolvido. Eles vocalizam, constroem ninhos e apresentam, como as aves, cuidado parental. Existem 25 espécies distribuídas em três famílias, que ocorrem na água doce, na água salobra e no mar.

Os Lepidosauromorpha englobam os demais grupos de répteis atuais: os Rhynchocephalia, representados apenas pelo tuatara da Nova Zelândia – animal extremamente parecido com os lagartos, mas diagnosticado pela ausência de órgão copulador e por apresentar um crânio diápsido típico – e os Squamata. Estes últimos englobam os lagartos, as cobras e as cobras-de-duas-cabeças que, além de hemipênis, têm sempre um crânio diápsido modificado. Os Squamata são o grupo mais diversificado de répteis atuais e colonizaram todos os tipos de ambientes. Existem cerca de 5 000 espécies.

A classificação apresentada no Quadro 9 baseia-se em ZUG (1993).

Quadro 9. UMA CLASSIFICAÇÃO DOS CHELONIA, CROCODYLIA E LEPIDOSAUROMORPHA ATUAIS

* Ocorre no Brasil

Subclasse Anapsida

Ordem Chelonia (= Testudinata)

Subordem Cryptodira

Família Cheloniidae* – marinhas, cosmopolitas
(tartaruga-marinha)

Família Dermochelyidae* – marinhas, cosmopolitas
(tartaruga-marinha)

Família Chelydridae – Regiões Oriental, Neártica e Neotropical

Família Emydidae – Regiões Holártica e Neotropical

Família Testudinidae – todo o mundo, exceto Austrália (jabutis)

Família Caretochelydae – Região Australiana

Família Dermatemydidae – Região Neotropical

Família Kinosternidae* – Regiões Neártica e Neotropical (mussuã)

Família Trionychidae – todo o mundo, exceto Região Neotropical

Subordem Pleurodira

Família Chelidae* – Regiões Neotropical e Australiana (cágados, perema)

Família Pelomedusidae* – Regiões Neotropical e Etiópica (tracajás)

Subclasse Diapsida

Infraclasse Archosauromorpha

Ordem Crocodylia

Família Alligatoridae* – Regiões Holártica e Neotropical (jacarés)

Família Crocodylidae – Regiões Neotropical, Etiópica, Oriental e Australiana (crocodilos)

Família Gavialidae – Região Oriental (gavial)

Infraclasse Lepidosauromorpha

Ordem Rhynchocephalia

Família Sphenodontidae – Região Australiana (tuatara)

Ordem Squamata

Gekkota

Família Eublepharidae – Regiões Holártica, Etiópica e Oriental

Família Gekkonidae* – cosmopolita (lagartixas, bibras)

Iguania

Família Agamidae – Regiões Etiópica, Paleártica, Oriental e Australiana

Família Chamaleonidae – Regiões Etiópica e Oriental (camaleão)

Família Iguanidae* – Regiões Neártica, Neotropical, Madagáscar e Fidji (iguanas, papa-ventos)

Autarchoglossa

Anguimorpha

Família Anguidae* – Regiões Neotropical e Holártica (cobra-de-vidro)

- Família Helodermatidae – Região Neotropical
(monstro-de-gila)
- Família Varanidae – Regiões Etiópica, Oriental e
Australiana (dragão-de-komodo, lagarto-monitor)
- Família Xenosauridae – Região Neotropical e Oriental
- Scincomorpha
- Família Cordylidae – Região Etiópica
- Família Dibamidae – Região Australiana
- Família Gymnophthalmidae* – Região Neotropical
(escrivão)
- Família Lacertidae – Regiões Etiópica e Paleártica
- Família Scincidae* – cosmopolita (bribo)
- Família Teiidae* – Região Neotropical (teiú, calangos)
- Família Xantusidae – Região Neotropical
- Amphisbaenia (cobras-de-duas-cabeças, cobras-cegas)
- Família Amphisbaenidae* – Regiões Neotropical,
Etiópica e Paleártica
- Família Bipedidae – Região Neotropical
- Família Rhineuridae – Região Neotropical
- Família Trogonophidae – Região Etiópica
- Serpentes (= Ophidia)
- Scolecophidia
- Família Anomalepididae* – Região Neotropical
- Família Leptotyphlopidae* – Regiões Neotropical e
Etiópica
- Família Typhlopidae* – todas as Regiões, exceto
Neártica
- Alethinophidia
- Família Acrochordidae – Regiões Oriental e Australiana
- Família Aniliidae* – Região Neotropical
- Família Atractaspidae – Região Etiópica
- Família Boidae* – cosmopolita (jibóia, sucuris)
- Família Bolyeridae – apenas Ilhas Mascarenhas no
Oceano Índico
- Família Colubridae* – cosmopolita
- Família Elapidae* – cosmopolita, terrestres e mari-
nhas (corais)
- Família Loxocemidae – Região Neotropical
- Família Pythonidae – Regiões Etiópica, Oriental e
Australiana (pítons)

Família Uropeltidae – Região Oriental

Família Viperidae* – todas as Regiões, exceto a Australiana (jararacas, cascavel)

Família Xenopeltidae – Região Oriental

9.1. ESTUDO DE CHELONIA E CROCODYLIA NEOTROPICAIS

Objetivos

- Reconhecer representantes atuais dos Chelonia, Crocodylia e Squamata.
- Treinar a utilização de chaves para identificação de lagartos e serpentes.
- Identificar as famílias de lagartos brasileiros.
- Identificar as famílias de serpentes e os gêneros de Viperidae presentes no Brasil, bem como as espécies de *Bothrops* da região Sul.
- Aprender a identificar as famílias Boidae, Colubridae, Elapidae e Viperidae e reconhecer os gêneros de Viperidae brasileiros sem a utilização de chaves de identificação.

Nos Chelonia, observar a forma da carapaça e dos membros, procurando relacioná-los com o modo de vida dos animais. Observar também o modo de retração do pescoço.

Quanto aos Crocodylia, observar os dentes tecodontes, os osteodermos e a fenda cloacal longitudinal. Que características da morfologia externa indicam o modo de vida dos integrantes desse grupo?

9.2. ESTUDO DE SQUAMATA NEOTROPICAIS

I. Classificação de lagartos brasileiros

CHAVE SIMPLIFICADA PARA AS FAMÍLIAS DE LAGARTOS BRASILEIROS

- 1. Pálpebra ausente 2
- 1. Pálpebra presente 3
- 2(1). Cabeça e corpo com grânulos e, freqüentemente, tubérculos; membros sempre bem desenvolvidos Gekkonidae
- 2'. Cabeça com poucas escamas, mas sempre regulares; escamas do dorso diferentes das do ventre, lisas ou quilhadas; eventualmente com membros reduzidos e/ou corpo alongado Gymnophthalmidae (parte)
- 3(1'). Cabeça com escamas numerosas e irregulares; padrão de escamação da cabeça geralmente não perfeitamente simétrico; escamas ventrais pequenas, nume-

- rosas e não organizadas em fileiras longitudinais e transversais; uma crista de escamas dorsais aumentadas pode estar presente Iguanidae*
- 3'. Cabeça com escamas grandes e regulares; padrão de escamação da cabeça sempre simétrico; escamas ventrais diferentes do exposto acima 4
- 4(3'). Primeira escama ímpar da cabeça grande e em contacto com a rostral Gymnophthalmidae (parte)
- 4'. Um ou dois pares de escamas entre a escama rostral e a primeira escama ímpar da cabeça 5
- 5(4'). Dois pares de escamas entre a rostral e a primeira escama ímpar da cabeça; membros vestigiais ou ausentes; se presentes, as unhas estão protegidas por uma escama dorsal e outra ventral que se encaixam em forma de estojo e o corpo e a cauda apresentam faixas transversais largas. Anguidae
- 5'. Um par de escamas entre a rostral e a primeira escama ímpar da cabeça; cabeça com escamas regulares, sempre simétricas; unhas livres; membros bem desenvolvidos. 6
- 6(5') Escamas ventrais quadrangulares, dispostas em fileiras regulares longitudinais e transversais; dorsais menores que ventrais, freqüentemente granulares Teiidae
- 6'. Escamas dorsais e ventrais semicirculares, grandes; aspecto geral lustroso Scincidae
- * Esta tradicional família foi recentemente desmembrada. Os representantes brasileiros estão agora incluídos nos Hoplocercidae, Iguanidae, Polychridae e Tropiduridae. Optou-se aqui por manter o sentido tradicional dos Iguanidae.

II. Classificação de serpentes brasileiras

Glossário de Termos Utilizados nas Chaves de Identificação de Serpentes

Escamas carenadas – Apresentam uma saliência em forma de quilha na linha mediana; em conjunto dão a sensação de aspereza ao tato.

Escamas verrucosas – Escamas com superfície convexa, saliente.

Escudos ventrais – Escamas largas do ventre, do nível posterior da cabeça até a escama anal, exclusive.

Escudos cefálicos dorsais – Escamas ou placas situadas no dorso da cabeça.

Escamas supra-labiais – São as que margeiam a borda do lábio superior. Contam-se de diante para trás (1^a, 2^a, etc, até a rima bucal), excluindo a escama rostral na ponta do focinho.

Fosseta lacrimal – Orifício situado entre a narina e o olho, nos Viperidae.

Áglifas – Serpentes com dentes praticamente iguais, sem nenhum tipo de presa inoculadora de veneno, ainda que este seja produzido. Ex.: Boidae (jibóia, sucuri) e algumas Colubridae (jararacuçu-do-brejo, caninana etc.).

Opistóglifas – Serpentes com presas inoculadoras de veneno fixas, situadas caudalmente na maxila superior, apresentando sulcos ou não. Ex.: falsa-coral, muçurana, cobra-verde, parelheira.

Proteróglifas – Serpentes com presas inoculadoras de veneno fixas e canaliculadas, situadas rostralmente na maxila superior. Ex.: coral-verdadeira, naja, serpentes-marinhas etc.

Solenóglifas – Serpentes com um par anterior de grandes presas de veneno, canaliculadas e erécteis (móveis); seu canal central comunica-se pela base com o canal excretor da glândula de veneno. O veneno é injetado no ferimento. Ex.: Subfamília Crotalinae (nas Américas) e Subfamília Viperinae (no Velho Mundo).

CHAVE SIMPLIFICADA PARA IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FAMÍLIAS DE SERPENTES DO BRASIL

1. Escudos ventrais ausentes; olhos muito pequenos, cobertos por placas; maxilas superior ou inferior sem dentes 2
- 1'. Escudos ventrais presentes; olhos não cobertos por placas; maxilas superior e inferior com dentes 3
- 2(1). Mandíbula sem dentes, olho vestigial, mais de 18 escamas ao redor do meio do corpo Typhlopidae
- 2'. Mandíbula com dentes, olho estruturado, 14 escamas ao redor do meio do corpo Leptotyphlopidae
- 3(1'). Escamas carenadas ou verrucosas; fosseta lacrimal presente; solenóglifas Viperidae
- 3'. Escamas lisas ou carenadas; fosseta lacrimal ausente; nunca solenóglifas 4
- 4(3'). Escudos da parte dorsal da cabeça muito pequenos e irregulares; escudos ventrais não atingem as margens do ventre; vestígios de membros posteriores (2 esporões ao lado da cloaca, mais desenvolvidos nos machos) Boidae
- 4'. Escudos da parte dorsal da cabeça grandes; escudos ventrais atingem as margens laterais do ventre; sem vestígios de membros posteriores 5

- 5(4'). Olhos relativamente grandes; cauda longa, afinando gradativamente; áglifas ou opistóglifas Colubridae
 5'. Olhos relativamente pequenos; cauda curta, geralmente com anéis negros, amarelos, e vermelhos; proteróglifas Elapidae

CHAVE PARA IDENTIFICAÇÃO DOS GÊNEROS BRASILEIROS DE VIPERIDAE

1. Chocalho presente *Crotalus* – cascavel
 1'. Chocalho ausente 2
 2(1'). Escamas verrucosas, ponta da cauda eriçada *Lachesis* – surucucu
 2'. Escamas carenadas, ponta da cauda lisa *Bothrops* – jararacas

CHAVE PARA IDENTIFICAÇÃO DE ALGUMAS ESPÉCIES DE *Bothrops* DA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

1. Segunda escama supra-labial atinge a margem anterior da fosseta lacrimal 2
 1'. Segunda escama supra-labial não atinge a margem anterior da fosseta lacrimal 4
 2(1). Escamas supra-labiais, em geral, 7; ventre claro *B. moojeni* – caiçaca
 2'. Escamas supra-labiais, em geral, 8; ventre enegrecido 3
 3(2'). Cabeça negra; com traço amarelo do olho para trás
 *B. jararacussu* – jararacuçu
 3'. Cabeça em geral com pequenos desenhos irregulares escuros no dorso, traço preto do olho para trás *B. jararaca* – jararaca
 4(1'). Dorso da cabeça com um traço transversal claro ligando um olho a outro, atrás do qual há o desenho de uma âncora clara ... *B. alternatus* – urutu
 4'. Desenho diferente do anterior 5
 5(4'). Dorso da cabeça com duas faixas laterais escuras unidas na frente, deixando entre elas um desenho semelhante ao do contorno interno de uma gilete *B. cotiara* – cotiara
 5'. Dorso da cabeça com um desenho diferente do descrito acima 6
 6(5'). Ornamentação do dorso semelhante a ampulhetas
 *B. neuwiedii* – jararaca-pintada

- 6'. Dorso e partes laterais do corpo com faixas transversais castanho-escuras, simples ou interrompidas *B. itapetiningae* – cotiarinha

Todas as serpentes do gênero *Bothrops* citadas são terrícolas e não possuem cauda preênsil. Na ilha da Queimada Grande ocorre a jararaca-ilhoa, *Bothrops insularis*, de hábito arborícola. Na Amazônia, com o mesmo hábito, ocorrem *Bothrops castelnaudi* e *B. bilineatus*; a última também é conhecida de populações disjuntas nos remanescentes da Mata Atlântica da Bahia e do Espírito Santo.

Bibliografia

- GANS, C. 1969-. *Biology of the Reptilia*. New York, Academic Press. 19 vols.
GOIN, C.J. & GOIN, O.B. 1971. *Introduction to Herpetology*. San Francisco, Freeman. 353 p.
KING, W.F. & BURKE, R. L. 1989. *Crocodylian, Tuatara, and Turtle Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. Washington, Association of Systematics Collections. 216 p.
VANZOLINI, P.E. & RAMOS-COSTA, A.M.M. 1980. *Répteis das Caatingas*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências. 161 p.
WEBB, J.E.; WALLWORK, J.A. & ELGOOD, J.H. 1978. *Guide to Living Reptiles*. London, Macmillan Press. 172 p.
ZUG, G. Z. 1993. *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. New York, Academic Press. 527 p.

10



AVES

As aves constituem um grupo monofilético derivado dos répteis Archosauromorpha. Segundo alguns autores, tiveram origem entre os Thecodontia e, segundo outros, entre os dinossauros Saurischia. Até recentemente, o registro fóssil mais antigo de ave – datado do Jurássico Superior (150 milhões de anos) – era representado por *Archaeopteryx lithographica*, do qual se conhecem apenas sete esqueletos e uma pena isolada. Mesmo sendo considerado uma ave devido à presença de penas, não é tido como o ancestral das aves modernas, e sim, mais provavelmente, como seu grupo-irmão. Com a descrição de *Protoavis texensis*, em 1992, do Triássico Superior, a origem das aves pode estar situada há cerca de 225 milhões de anos, portanto 75 milhões de anos mais cedo do que se imaginava. Foram encontrados dois exemplares de *P. texensis* e, a partir da análise de seus caracteres, embora não existam penas fossilizadas, acredita-se que seja uma espécie mais relacionada às aves do Cretáceo do que o *Archaeopteryx*.

As **penas**, presentes em todas as aves, são consideradas como sinapomorfia do grupo. São estruturas formadas por queratina, de origem epidérmica, e que derivaram das escamas córneas dos répteis.

Além de uma série de adaptações do esqueleto que se relacionam com a capacidade de voar, as aves são animais endotérmicos que têm as seguintes características: **sacos aéreos** que diminuem o peso específico, promovem a refrigeração interna e acumulam o ar a ser utilizado pelos pulmões; trocas gasosas ocorrendo nos **capilares aéreos**, situados nos pulmões, onde o fluxo de ar segue um sentido único; separação total do sangue oxigenado e não-oxigenado; ausência de bexiga urinária; redução da gônada direita, ausente na maioria das fêmeas;

moela (estômago mecânico) situada no centro de gravidade do animal; presença de bico córneo e ausência de dentes nas aves modernas; reprodução ovípara, sendo o ovo posto cerca de um dia após formado; incubação e cuidados com a prole, exceto na Família Megapodidae; órgão que produz o som vocal – a siringe – na maioria das espécies.

As aves, com cerca de 9 000 espécies atuais, distribuem-se por quase todo o globo terrestre, ocupando habitats muito variados. São colocadas em um grande número de Ordens, sendo que a Passeriformes – os pássaros – inclui cerca de 57% das aves atuais. A América do Sul conta com aproximadamente 2 650 espécies de aves residentes e o Brasil com cerca de 1 640.

A grande maioria das espécies de aves apresenta hábitos diurnos e se orienta principalmente pela visão. Nas espécies de hábitos noturnos, como as corujas, a audição é utilizada para localizar a presa.

A classificação presente no Quadro 6 é aquela utilizada por MORONY *et al.* (1975), com alterações baseadas em KÖNIG (1982) e SIBLEY & ALQUIST (1990).

Quadro 6. UMA CLASSIFICAÇÃO DAS AVES ATUAIS

* Táxon ocorrendo naturalmente no Brasil

∇ Táxon introduzido no Brasil

Classe AVES

Subclasse Neornithes

Ordem Sthruthioniformes

Família Sthruthionidae: África (avestruz)

Ordem Rheiformes

Família Rheidae*: América do Sul (ema, nandu)

Ordem Casuariformes

Família Casuariidae: Nova Guiné (casuar)

Família Dromaiidae: Austrália e Nova Guiné (emu)

Ordem Apterygiformes

Família Apterygidae: Nova Zelândia (kiwi)

Ordem Tinamiformes

Família Tinamidae*: Região Neotropical (macucos, inambus, codorna)

Ordem Sphenisciformes

Família Spheniscidae*: oceanos do sul (pingüins)

Ordem Gaviiformes

Família Gaviidae: Região Holártica (loons)

Ordem Podicipediformes

Família Podicipedidae*: cosmopolita (mergulhões)

Ordem Procellariiformes

Família Diomedidae*: oceanos do sul (albatroz)

Família Procellariidae*: mares frios; realizam migrações transequatoriais (pardelas)

Família Hydrobatidae*: reproduzem-se em alta latitude e realizam migrações transequatoriais (andorinhas-do-mar)

Família Pelecanoididae: mares da Antártida, América do Sul e sul da Austrália e Nova Zelândia

Ordem Pelecaniformes

Família Phaethontidae*: oceanos tropicais (rabos-de-palha)

Família Pelecanidae*: regiões quentes de todos continentes (pelicanos)

Família Sulidae*: cosmopolita (atobás)

Família Phalacrocoracidae*: cosmopolita (biguás)

Família Anhingidae*: pan-tropical (anhinga, mergulhões-serpente, biguatinga)

Família Fregatidae: oceanos tropicais (fragatas, tesourões)

Ordem Ciconiiformes

Família Ardeidae*: cosmopolita (garças, socós)

Família Balaenicipitidae: África e Madagascar

Família Scopidae: Região Etiópica

Família Ciconiidae*: todos os continentes (cegonhas, jabirus)

Família Cathartidae*: Américas (urubus, condor)

Família Threskiornithidae*: regiões quentes de todos os continentes (curicaca, colhereiro)

Família Phoenicopteridae*: regiões quentes de todos os continentes, exceto Austrália (flamingos)

Ordem Anseriformes

Família Anhimidae*: América do Sul (anhuma, tachã)

Família Anatidae*: cosmopolita (patos, gansos, cisnes, marrecos)

Ordem Falconiformes

Família Accipitridae*: cosmopolita (gaviões, águias, águia-pescadora)

Família Sagittariidae: África

Família Falconidae*: cosmopolita (falcão, carrapateiro, quiriquiri, caracará)

Ordem Galliformes

Família Megapodidae: Nova Guiné, Austrália

Família Cracidae*: Américas Central e do Sul (mutum, jacu, jacutinga)

Família Phasianidae*: cosmopolita (faisões, uru, galinha-doméstica)

Família Tetraonidae: Região Holártica (tetráz)

Família Meleagridae: Região Neártica (peru)

Família Numididae: Região Etiópica (galinha-de-angola)

Ordem Gruiformes

Família Mesitornithidae: Madagáscar

Família Turnicidae: Velho Mundo

Família Pedionomidae: Austrália

Família Gruidae: todos os continentes, exceto América do Sul (grous)

Família Aramidae*: Região Neotropical (carão)

Família Psophiidae*: Região Neotropical (jacamim)

Família Rallidae*: cosmopolita (frangos-d'água, saracura)

Família Heliornithidae*: Américas Central e do Sul, África e Ásia (patinho-d'água)

Família Rhynochetidae: Nova Caledônia

Família Eurypygidae*: Américas do Sul e Central (pavãozinho-do-pará)

Família Cariamidae*: América do Sul (seriema)

Família Otidae: regiões quentes do Velho Mundo

Ordem Charadriiformes

Família Jacanidae*: pan-tropical (jaçanãs)

Família Rostratulidae*: América do Sul e Velho Mundo (narcejas-de-bico-torto)

Família Dromadidae: costas da África e da Ásia

Família Haematopodidae*: costas tropicais e temperadas (piru-pirus)

Família Recurvirostridae*: ampla distribuição ("pernilongos")

Família Burhinidae*: regiões quentes das Américas Central e do Sul e do Velho Mundo (têu-têu-da-savana)

Família Glareolidae: regiões quentes do Velho Mundo

Família Charadriidae*: cosmopolita (quero-quero, batuira)

Família Scolopacidae*: cosmopolita (maçaricos, narcejas)

Família Thinocoridae: América do Sul, costa oeste

Família Chionididae*: Sub-Antártica e costa da América do Sul (pombas-antárticas)

Família Stercorariidae*: ampla distribuição (gaivotas-rapineiras)

Família Laridae*: cosmopolita (gaivotas, trinta-réis)

Família Rhynchopidae*: Américas, África, Ásia (ilha-mar)

Família Alcidae: Região Holártica (alcas)

Ordem Columbiformes

Família Pteroclididae: Velho Mundo, exceto Austrália

Família Columbidae*: cosmopolita (pombas, rolas, rolinhas)

Ordem Psittaciformes

Família Psittacidae*: pan-tropical (araras, papagaios, tiribas, tuins, cacatuas)

Ordem Cuculiformes

Família Musophagidae: África (turaco)

Família Cuculidae*: cosmopolita (cucos, alma-degato, saci, anus)

Família Opisthocomidae*: América do Sul (cigana)

Ordem Strigiformes

Família Tytonidae*: cosmopolita (suindara)

Família Strigidae*: cosmopolita (corujas, mochos)

Ordem Caprimulgiformes

Família Steatornithidae*: América Central e norte da América do Sul (guácharos)

Família Podargidae: sudeste da Ásia e Australásia

Família Nyctibiidae*: Américas Central e do Sul (mães-da-lua, urutaus)

Família Aegothelidae: Australásia

Família Caprimulgidae*: cosmopolita (bacuraus, curiangos)

Ordem Apodiformes

Família Apodidae*: cosmopolita (andorinhões)

- Família Hemiprocnidae: Sudeste da Ásia, Nova Guiné
- Ordem Trochiliformes
 - Família Trochilidae*: Américas (beija-flores)
- Ordem Coliiformes
 - Família Coliidae: África
- Ordem Trogoniformes
 - Família Trogonidae*: Regiões Neotropical, Etiópica e Oriental (surucuás)
- Ordem Coraciiformes
 - Família Alcedinidae*: cosmopolita (martins-pescadores)
 - Família Todidae: Antilhas
 - Família Momotidae*: Américas Central e do Sul (juruva)
 - Família Meropidae: trópicos e subtropicais do Velho Mundo
 - Família Coraciidae: Velho Mundo
 - Família Brachypteraciidae: África e Eurásia
 - Família Leptosomatidae: Madagáscar e Ilhas Comores
 - Família Upupidae: África e Sudeste da Ásia
 - Família Phoeniculidae: África
 - Família Bucerotidae: África e Sudeste da Ásia (calaos)
- Ordem Piciformes
 - Família Galbulidae*: Região Neotropical (arirambas, bico-de-agulha)
 - Família Bucconidae*: Região Neotropical (joão-bobo)
 - Família Capitonidae*: pan-tropical, exceto Austrália (capitão-de-bigode)
 - Família Indicatoridae: África e partes do Sudeste da Ásia
 - Família Ramphastidae*: Região Neotropical (tucanos, araçaris)
 - Família Picidae*: ampla distribuição, exceto Austrália (pica-paus)
- Ordem Passeriformes
 - Subordem Tyranni
 - Família Eurylaimidae: trópicos do Velho Mundo: da África às Filipinas
 - Família Dendrocolaptidae*: Região Neotropical (arapaçus)

- Família Furnariidae*: Região Neotropical (joão-de-barro)
- Família Thamnophilidae*: Região Neotropical (chocas)
- Família Formicariidae*: Região Neotropical (papa-formigas)
- Família Rhinocryptidae*: Região Neotropical (“tapaculos”)
- Família Pittidae: África, Sudeste da Ásia e Australásia
- Família Xenicidae: Nova Zelândia
- Família Phylepittidae: Madagáscar
- Família Tyrannidae*: Américas (bem-te-vi, papamoscas)
- Família Pipridae*: Região Neotropical (tangará, rendeira)
- Família Cotingidae*: Região Neotropical (araponga)
- Família Oxyruncidae*: Região Neotropical (araponga-do-horto)
- Família Phytotomidae*: região meridional da América do Sul (corta-ramos)
- Família Atrichornithidae: Austrália, este e sudeste
- Subordem Passeres
- Família Menuridae: Sudeste da Austrália (aves-lira)
- Família Alaudidae: ampla distribuição; só uma espécie na América do Sul
- Família Hirundinidae*: cosmopolita (andorinhas)
- Família Motacillidae*: cosmopolita (caminheiros)
- Família Campephagidae: regiões quentes do Velho Mundo
- Família Pycnonotidae: África, Madagáscar, Sudeste da Ásia e Filipinas
- Família Irenidae: Sudeste da Ásia
- Família Laniidae: África, América do Norte, Ásia e Nova Guiné
- Família Vangidae: Madagáscar
- Família Bombycillidae: Região Holártica e Ásia
- Família Dulidae: ilhas do leste da Índia
- Família Cinclidae: Américas, Europa e Sudeste da Ásia
- Família Troglodytidae*: Regiões Neártica e Neotropical (corruíra)

- Família Mimidae*: Américas (sabiá-da-praia, japacanim)
- Família Prunellidae: Região Paleártica
- Família Muscicapidae*: cosmopolita (sabiás)
- Família Paridae: América do Norte, África, Europa e Ásia
- Família Sittidae: América do Norte, Europa e Ásia
- Família Certhiidae: América do Norte, Europa, África e Ásia
- Família Rhabdornithidae: Filipinas
- Família Climacteridae: Austrália e Nova Guiné
- Família Dicacidae: Australásia
- Família Nectariniidae: África, Australásia
- Família Zosteropidae: Regiões Etiópica, Oriental e Australiana
- Família Meliphagidae: Sul da África, Australásia, Havaí
- Família Emberizidae*: cosmopolita (sanhaços, papa-capim, tico-tico)
- Família Parulidae*: Américas (mariquitas)
- Família Drepanididae: Havaí
- Família Vireonidae*: Américas (pitiguari)
- Família Icteridae*: Américas (chopim, pássaro-preto, corrupção)
- Família Fringillidae*: ampla distribuição, exceto Australásia (pintassilgo)
- Família Estrildidae ∇: África, regiões quentes do Velho Mundo (bico-de-lacre)
- Família Ploceidae ∇: África, Europa e Ásia (pardal)
- Família Sturnidae: Velho Mundo (estorninho)
- Família Oriolidae: Regiões Paleártica, Etiópica e Australiana (papa-figos)
- Família Dicruridae: Velho Mundo
- Família Callaeidae: Nova Zelândia
- Família Grallinidae: Austrália e Nova Guiné
- Família Artamidae: Australásia
- Família Cracticidae: Austrália e Nova Guiné
- Família Paradisaeidae: Ilhas Molucas, Austrália e Nova Guiné (aves-do-paraíso)

Família Corvidae*: ampla distribuição, com exceção da Nova Zelândia e das ilhas oceânicas (corvos, gralhas)

Objetivos

- Observar a morfologia externa de uma ave e os seus diferentes tipos de penas, pois são básicos para a identificação.
- Analisar o esqueleto de uma ave, reconhecendo as principais adaptações relacionadas ao voo.
- Comparar o esqueleto de uma ave moderna com aquele do *Archaeopteryx*, o que permite reconhecer as estruturas primitivas e derivadas desta espécie.

10.1. ESTUDO DA MORFOLOGIA EXTERNA DE UMA AVE E DOS DIFERENTES TIPOS DE PENAS

Observar a distribuição das penas no corpo de uma ave taxidermizada, identificando as tectrizes, as rêmiges e as retrizes. Observar a ranfoteca e a podoteca. Os termos referentes à morfologia externa de uma ave (Fig. 18) são freqüentemente utilizados para a identificação das espécies. Relacionar o tipo de bico de diferentes aves com o seu hábito alimentar.

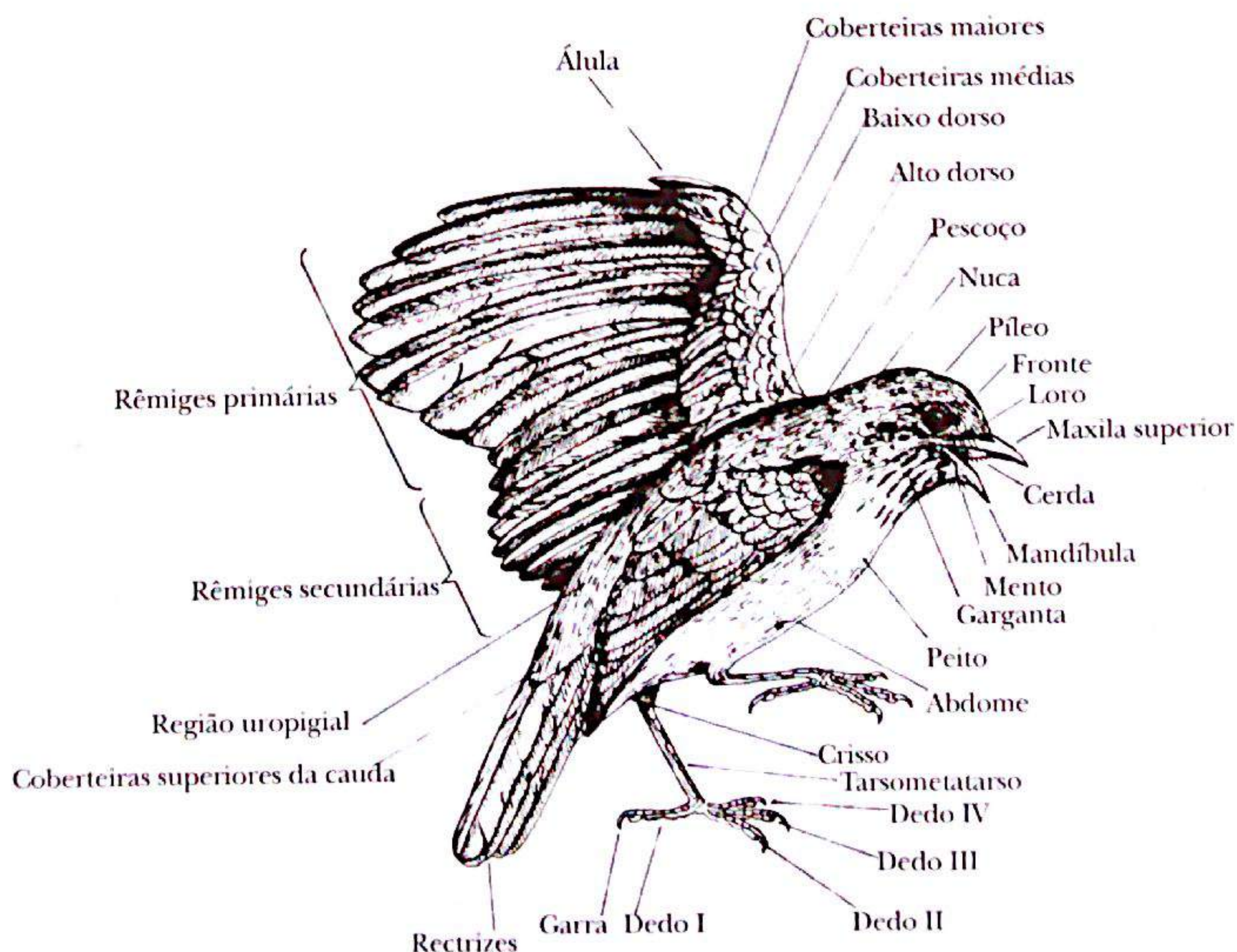


Figura 18. SABIÁ-LARANJEIRA (*Turdus rufiventris*) em vista lateral.

Reconhecer, em uma pena de contorno ou de vôo isoladas, cálamo, umbílicos superior e inferior, raque, barbas, bárbulas, vexilos, parte penácea e parte plumácea (Fig. 19). Observar, em diferentes animais, outros tipos de penas (Fig. 20).

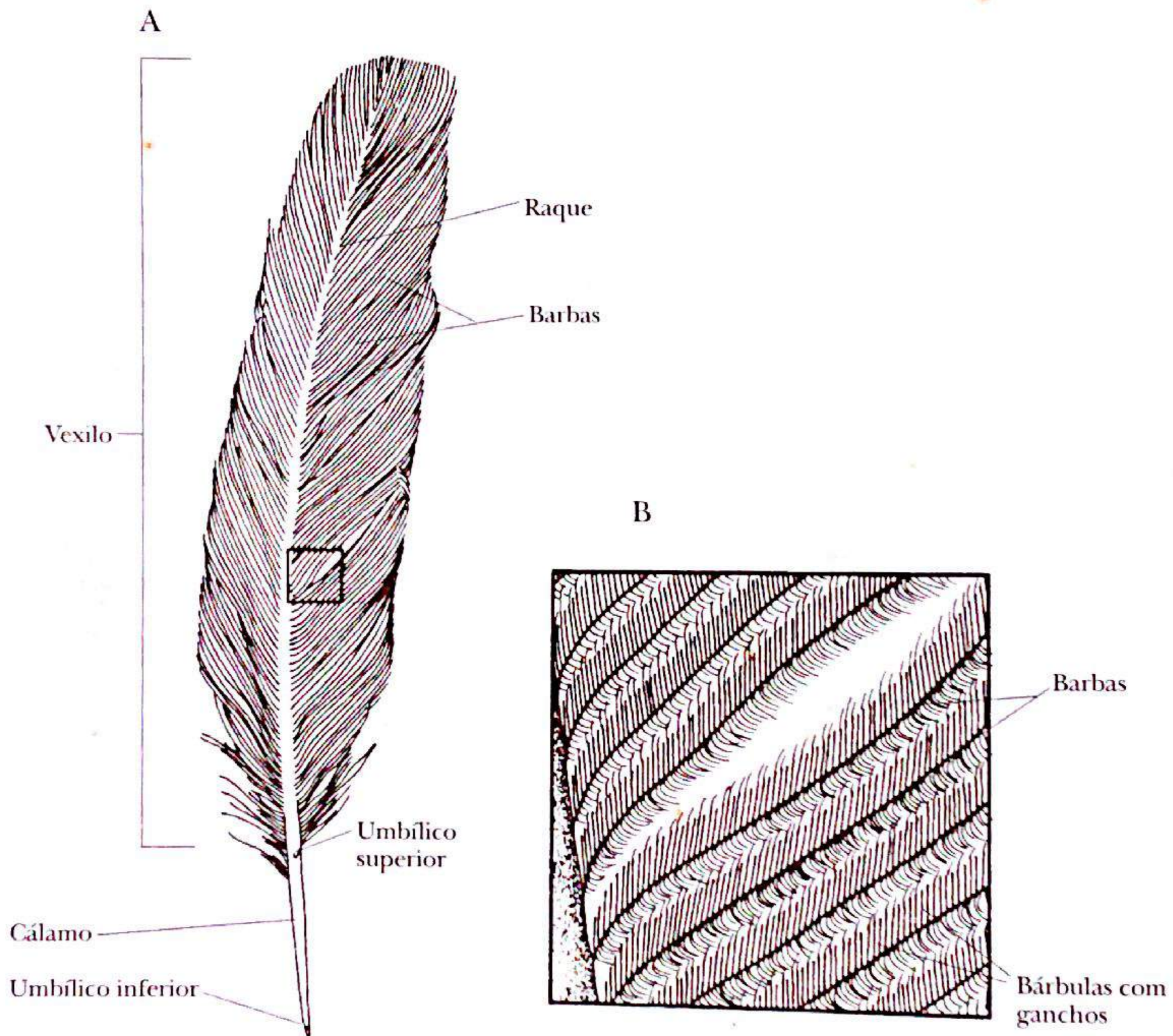


Figura 19. PENA DE VÔO (RÊMIGE SECUNDÁRIA) do pombo-doméstico (*Columba livia*). A. vista geral; B. detalhe.

10.2. ESTUDO DAS ADAPTAÇÕES DO ESQUELETO DE UMA AVE MODERNA RELACIONADAS COM O VÔO

Observar, em um esqueleto de ave, as estruturas relacionadas abaixo (Fig. 21).

Ossos pneumáticos

Maxilas sem dentes

Ossos do crânio delgados e fundidos

Rigidez da região torácica; vértebras torácicas com costelas vertebrais achatadas e providas de processos uncinados

Sinsacro – última(s) vértebra(s) torácica(s) + lombar(es), + sacrais, + primeiras caudais. O sinsacro é fundido à cintura pélvica (ílio, ísquio e púbis).

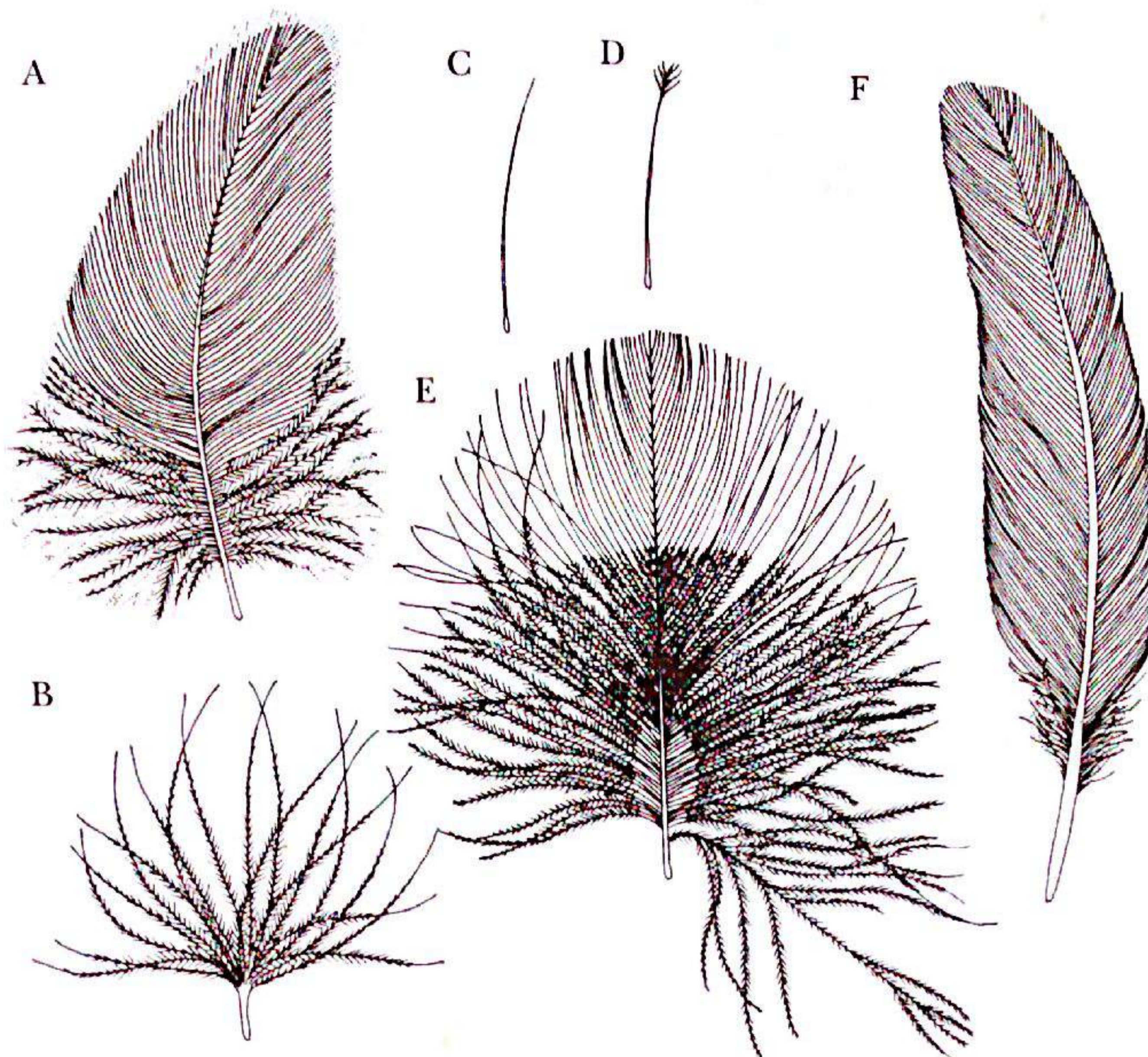


Figura 20. DIFERENTES TIPOS DE PENAS. A. pena de contorno com parte plumácea e parte penácea; B. pluma do adulto; C. cerda; D. filopluma; E. semipluma com hipopena; F. rêmige primária.

Fúrcula – clavículas fundidas.

Pigóstilo – últimas vértebras caudais fundidas.

Membros anteriores transformados em asas: carpo e metacarpos fundidos; dedos alular (álula), maior e menor.

Esterno bem desenvolvido; quilha presente nas carenadas e ausente nas ratitas.

Membros posteriores: fêmur; tíbia e tarso fundidos; fíbula; tarsometatarso e dedos (em geral, quatro).

10.3. COMPARAÇÃO DO ESQUELETO DE UMA AVE ATUAL COM O DO *Archaeopteryx*

Após o estudo do esqueleto de uma ave atual (Fig. 21), compará-lo com o do *Archaeopteryx* (Fig. 22) com base na Tabela IV.

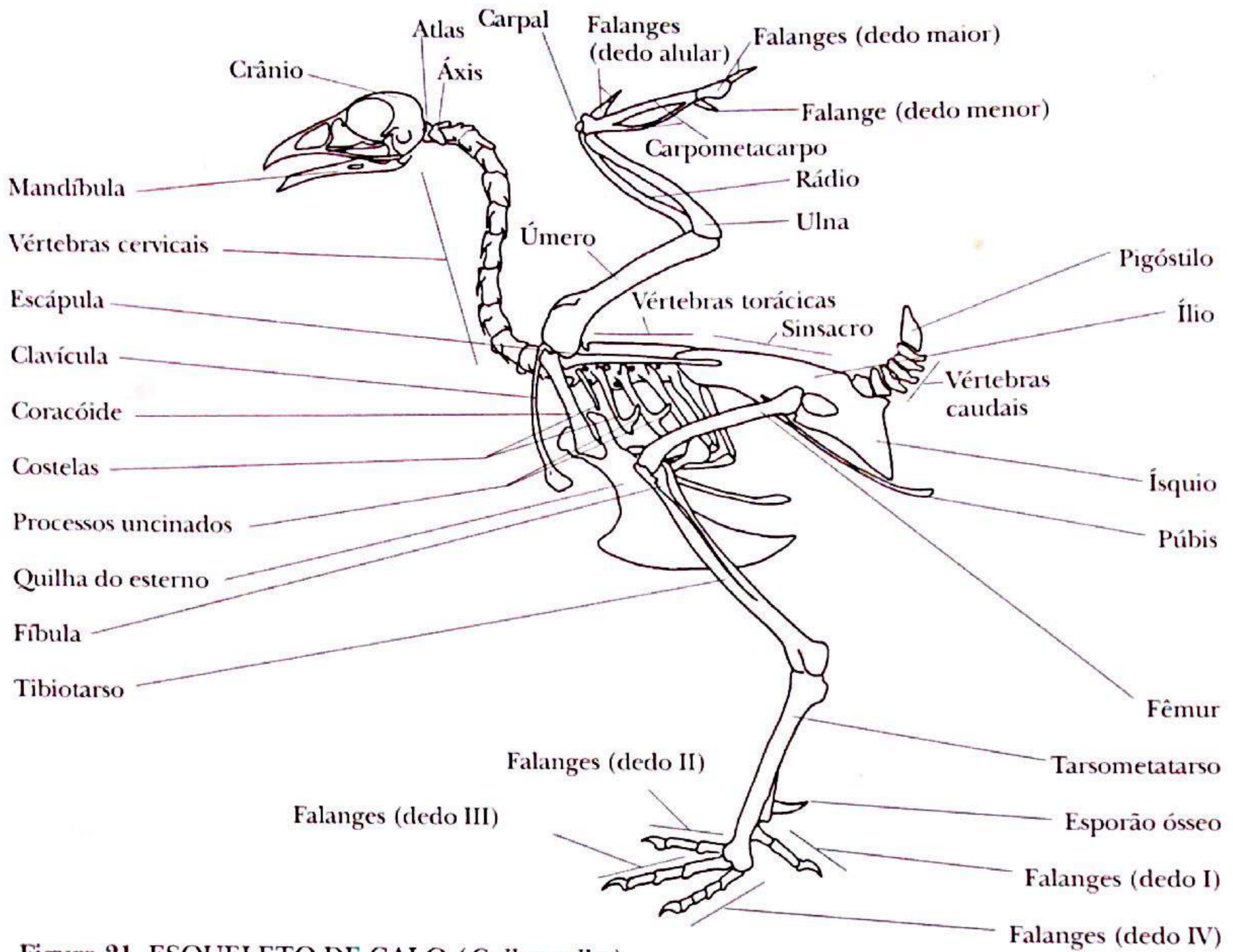


Figura 21. ESQUELETO DE GALO (*Gallus gallus*).

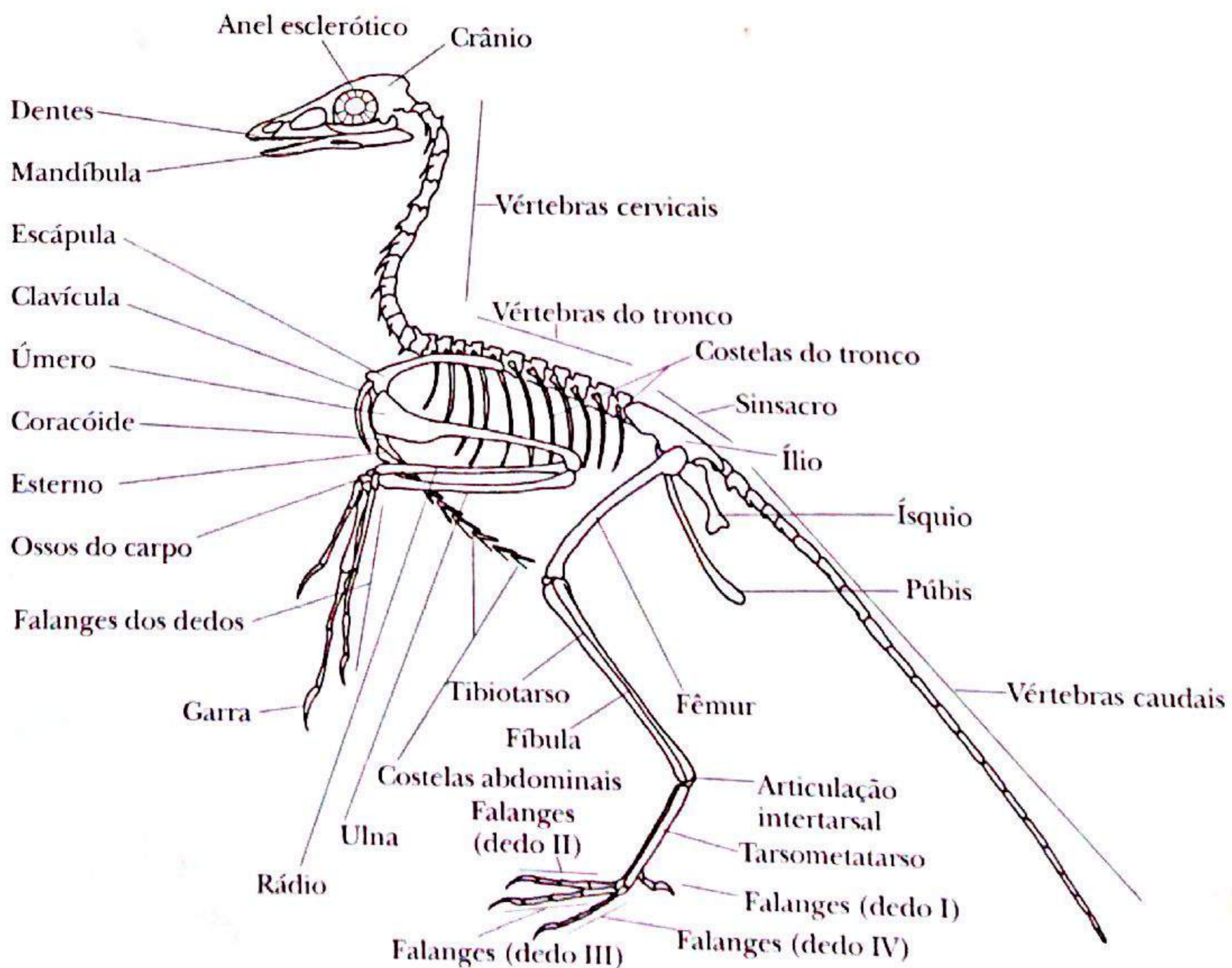


Figura 22. RECONSTRUÇÃO DO ESQUELETO DE *Archaeopteryx lithographica* (modificado de SWINTON, 1975).

Tabela IV. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DE *Archaeopteryx lithographica* (modificado de POUGH *et al.*, 1993).

| | CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS | OBSERVAÇÕES FILOGENÉTICAS |
|----|--|---|
| 1 | órbita ampla com anel esclerótico | presente em algumas aves modernas, fósseis e répteis atuais |
| 2 | dentes implantados em alvéolos em ambas as maxilas | caráter reptiliano – tecodonte |
| 3 | fenda na maxila inferior, caudal ao osso dental | característica dos Archosauomorpha; reduzida nas aves modernas |
| 4 | 10 vértebras cervicais: seis com costelas | caráter reptiliano; aves modernas têm 13-25, nenhuma com costela |
| 5 | 19-20 vértebras no tronco, seis vértebras sacrais; somente seis fundidas no sinsacro | caráter reptiliano; maior fusão nas aves modernas |
| 6 | 20 vértebras caudais livres, sem pigóstilo | caráter reptiliano; aves modernas têm pigóstilo |
| 7 | centros vertebrais bicôncavos ou anficélicos | caráter primitivo; aves modernas com centros heterocélicos |
| 8 | sem ossos pneumáticos | caráter primitivo; aves modernas têm ossos pneumáticos |
| 9 | nenhum dos ossos das asas fundido | caráter reptiliano; aves modernas com carpo e metacarpo fundidos |
| 10 | mão com três dedos: garras funcionais | comum em répteis bípedes do Mesozóico; garras vestigiais em algumas aves modernas |
| 11 | duas clavículas fundidas em uma fúrcula | fúrcula presente nas aves modernas |
| 12 | esterno ausente ou pouco desenvolvido | caráter primitivo; aves modernas têm um esterno desenvolvido e com quilha nas formas que voam |
| 13 | costelas abdominais (gastrália) | caráter reptiliano; estruturas ausentes nas aves modernas |
| 14 | pés com quatro dedos: três voltados para frente e um para trás (hálux) | característicos de muitos répteis fósseis e aves modernas |
| 15 | articulação intertarsal com fusão dos ossos dos pés | caráter dos Archosauomorpha; presente em muitos répteis bípedes e aves modernas |
| 16 | penas nos membros anteriores e cauda | caráter presente nas aves modernas |

Bibliografia

- CHATTERJEE, S. 1992. "Cranial Anatomy and Relationships of a New Triassic Bird from Texas." *Phil. Trans. Biol. Scienc.*, London, 332: 277-346.
- FARNER, D.S. & KING, A.S. (eds.). 1971-. *Avian Biology*. London, Academic Press. 8 vols.
- GILL, F.B. 1995. *Ornithology*. 2. ed. New York, Freeman. 763 p.
- HÖFLING, E. & CAMARGO, H.F.A. 1993. *Aves no Campus*. São Paulo, Instituto de Biociências, USP. 124 p.
- JONSTON, R.F. (ed.). 1983-. *Current Ornithology*. New York, Plenum Press. 7 v.
- KING, A.S. & McLELLAND, J. (eds.). 1981-. *Form and Function in Birds*. London, Academic Press. 4 vols.
- KÖNIG, C. 1982. "Zur Systematischen Stellung der Neuweltgeier (Cathartidae)." *J. Ornithol.*, Berlin, 123 (3): 259-267.
- LUCAS, M.A. & STETTENHEIM, P.R. 1972. *Avian Anatomy Integument*. Washington, Agriculture Service. 2 vols.
- MORONY Jr., J.J.; BOCK, W.J. & FARRAND Jr., J. 1975. *Reference List of the Birds of the World*. New York, American Museum of Natural History. Department of Ornithology. 207 p.
- PITTINGILL Jr., O.S. 1985. *Ornithology in Laboratory and Field*. London, Academic Press. 510 p.
- POUGH, F.H.; HEISER, J.B. & McFARLAND, W.N. 1993. *A Vida dos Vertebrados*. São Paulo, Atheneu. 839 p.
- SIBLEY, C.G. & ALQUIST, J.E. 1990. *Phylogeny and Classification of Birds*. New Haven, Yale University Press. 976 p.
- _____. & MONROE Jr., B.L. 1990. *Distribution and Taxonomy of Birds of the World*. New Haven, Yale University Press. 1111 p.
- SICK, H. 1984. *Ornitologia Brasileira: Uma Introdução*. Brasília, Ed. Universidade de Brasília. 2 vols.
- SWINTON, W. E. 1975. *Fossil Bird*. London, British Museum (Natural History). 81 p.
- WEBB, J.E.; WALLWORK, J.A. & ELGOOD, J.H. 1979. *Guide to Living Birds*. London, Macmillan Press. 291 p.
- WELLNHOFER, P. 1994. "New Data on the Origin and Early Evolution of Birds". *C. R. Acad. Sci. Paris*, Paris, 319 (sér. II): 299-308.
- WELTY, J.C. 1982. *The Life of Birds*. 3. ed. Philadelphia, Saunders College Publ. 754 p.



MAMMALIA

Os mamíferos constituem um grupo monofilético derivado dos répteis Synapsida, caracterizado pelas seguintes sinapomorfias: presença de glândulas mamárias e pêlos, endotermia, grande desenvolvimento do neocórtex cerebral, um único osso na maxila inferior (dentário), articulação esquamosal-dentário, três ossículos no ouvido médio e ossos turbinados.

Os Mammalia, com cerca de 4 500 espécies atuais, distribuem-se por quase todo o globo terrestre, ocupando habitats variados. Apresentam uma grande disparidade morfológica relacionada à diversidade de hábitos alimentares e modos de locomoção. As 22 ordens atuais (DE BLASE & MARTIN, 1981) refletem essa diversidade: os imensos Mysticeti (baleias-de-barbatanas) são mamíferos plenamente aquáticos e filtradores de plâncton; os morcegos, únicos mamíferos verdadeiramente voadores, têm hábitos alimentares variados, incluindo carnivoría, frugivoría e hematofagia; os roedores, mamíferos dominantes em número de espécies e de indivíduos, são geralmente pequenos, herbívoros e terrestres; os Artiodactyla e Perissodactyla são grandes herbívoros que adquiriram independentemente especializações para a locomoção cursora; os primatas são onívoros, primariamente arborícolas, que desenvolveram a capacidade de manipulação e a inteligência.

Todas essas especializações refletem-se na morfologia do esqueleto, de modo que a maioria das Ordens e Famílias pode ser facilmente reconhecida através do crânio. Assim, este assunto pode ser estudado adequadamente através da identificação de Ordens e de Famílias de mamíferos terrestres neotropicais, utilizando-se chave dicotômica para crânios. As características da dentição e outras particularidades anatômicas deverão ser relacionadas com o hábito alimentar.

A classificação abaixo apresentada (Quadro 7) baseia-se em DE BLASE & MARTIN (1981), com modificações de acordo com autores mais recentes (ex.: NOWAK, 1991; POUGH *et al.*, 1993; BENTON, 1990). Deve-se notar que nem todos os táxons extintos foram incluídos; do mesmo modo, algumas famílias sem representantes neotropicais deixaram de ser citadas.

Quadro 7. UMA CLASSIFICAÇÃO DOS MAMÍFEROS

† Táxon extinto.

* Táxon ocorrendo naturalmente na região Neotropical.

∇ Táxon introduzido na região Neotropical.

Classe Mammalia

Ordem Triconodonta †

Ordem Docodonta †

Ordem Symmetrodonta †

Ordem Multituberculata †

Ordem Monotremata: Região Australiana

Família Ornithorhynchidae (ornitorrinco)

Família Tachyglossidae (eqüidnas)

Subclasse Theria

Infraclasse Metatheria

Superordem Marsupialia

Ordem Marsupicarnivora (= Polyprotodontia, excluindo-se os Peramelina)

Família Didelphidae*: Região Neotropical; *Didelphis virginiana* na Região Neártica (gambá, guaxica, cuícas)

Família Microbiotheriidae*: Chile

As demais Famílias só ocorrem na Região Australiana. Ex.:

Família Thylacinidae (lobo-da-tasmânia)

Família Dasyuridae (gato-marsupial, diabo-da-tasmânia)

Ordem Peramelina: Região Australiana

Ordem Paucituberculata

Família Caenolestidae*: Andes (rato-opossum)

Ordem Diprotodonta: Região Australiana.

Algumas Famílias:

Família Phascolarctidae (coala)

Família Macropodidae (cangurus)

Infraclasse Eutheria

Ordem Edentata*: Região Neotropical; *Dasybus novemcinctus* na Região Neártica

Família Myrmecophagidae (tamanduás)

Família Bradypodidae (preguiças)

Família Dasypodidae (tatus)

Ordem Pholidota: Regiões Etiópica e Oriental (pangolim)

Ordem Insectivora

Famílias mais comuns:

Família Erinaceidae: Regiões Etiópica, Paleártica e Oriental (hedgehogs)

Família Soricidae*: Regiões Holártica, Etiópica, Oriental e norte da Neotropical (*Cryptotis*) (musaranhos)

Família Talpidae: Regiões Holártica e Oriental (toupeiras)

Ordem Scandentia: Região Oriental (musaranhos-arborícolas)

Ordem Dermoptera: Região Oriental (colugo)

Ordem Chiroptera (morcegos)

Subordem Megachiroptera: Regiões Australiana, Oriental, Etiópica e sul da Paleártica (raposas-voadoras)

Subordem Microchiroptera*: cosmopolita, 15 famílias.

Famílias com representantes na Região Neotropical:

Família Emballonuridae

Família Noctilionidae (morcegos-pescadores)

Família Mormoopidae

Família Phyllostomidae (vampiros, morcegos carnívoros, frugívoros, nectarívoros etc.)

Famílias Natalidae, Furipteridae, Thyropteridae, Vespertilionidae e Molossidae (morcegos insetívoros)

Ordem Primates

Subordem Strepsirhini: Regiões Etiópica (especialmente Madagascar) e Oriental (lêmures, aye-aye, gálagos, lóris)

Subordem Haplorhini:

Infraordem Tarsii: Indonésia, Filipinas (társio)

Infraordem Platyrrhini* (macacos do Novo Mundo):

Região Neotropical

Família Callitrichidae (sagüis)

Família Cebidae (mono, bugio, macaco-aranha, mico-de-cheiro)

Infraordem Catarrhini (macacos do Velho Mundo)

Família Cercopithecidae: Regiões Etiópica, Oriental e sul da Paleártica (babuíno, mandril, macaco rhesus)

Família Hylobatidae: Região Oriental (gibão)

Família Pongidae: Região Etiópica (chimpanzé, gorila); Java e Bornéu (orangotango)

Família Hominidae: cosmopolita (homem)

Ordem Macroscelidea: Região Etiópica (musarinho-elefante)

Ordem Rodentia (citadas somente as famílias que ocorrem no Brasil)

Subordem Sciurognathi

Infraordem Sciuromorpha

Família Sciuridae*: cosmopolita, à exceção da Região Australiana (esquilos, marmota)

Infraordem Myomorpha

Família Cricetidae*: cosmopolita, à exceção da Região Australiana (ratos-do-campo, hamster, lemming)

Família Muridae ∇: cosmopolita, à exceção das Regiões Neártica e Neotropical; aqui foram introduzidas as espécies *Rattus rattus* (rato), *Rattus norvegicus* (ratazana) e *Mus musculus* (camundongo).

Subordem Hystricognathi

Infraordem Phiomorpha: Regiões Paleártica, Etiópica e Oriental (porco-espinho terrestre, rato-toupeira)

Infraordem Caviomorpha*: Região Neotropical

Famílias mais comuns:

Família Erethizontidae (ouriço-cacheiro)

Família Caviidae (preá, cobaia)

Família Hydrochoeridae (capivara)

Família Dinomyidae (pacarana)

Família Dasyproctidae (paca, cotia)

Família Echimyidae (ratos-de-espinho)

Família Capromyidae (ratão-do-banhado)

Família Ctenomyidae (tuco-tuco)

Família Chinchillidae (chinchila)

Ordem Lagomorpha

Família Leporidae*: cosmopolita, à exceção do sudeste da Região Oriental e de Madagáscar (coelho, lebre, tapiti)

Família Ochotonidae: Região Holártica

Ordem Creodonta †

Ordem Carnivora

Subordem Caniformia

Família Canidae*: cosmopolita, exceto Madagáscar; introduzida na Região Australiana (cão, lobo, raposa, chacal, dingo)

Família Ursidae*: Regiões Holártica, Oriental e noroeste da Neotropical (Andes)

Família Otariidae: costas do Pacífico, do Atlântico e do Índico (leão-marinho, lobo-marinho, morsa)

Família Ailuropodidae: sudoeste da China (panda-gigante)

Família Procyonidae*: Regiões Neotropical e Neártica; uma espécie na Paleártica (guaxinim, quati, jupará, panda-vermelho)

Família Mustelidae*: cosmopolita, exceto por Madagáscar e Região Australiana (lontra, irara, furão, cangambá, marta, doninha, texugo)

Família Phocidae: costas marinhas temperadas e subtropicais (focas, elefante-marinho)

Subordem Feliformia

Família Felidae*: Regiões Holártica, Neotropical, Etiópica e Oriental (gatos, onça, leopardo, guepardo, puma, lince)

Família Hyaenidae: Região Etiópica e sul da Paleártica (hiena, aardwolf)

Família Viverridae: Regiões Etiópica, Oriental e sul da Paleártica (mangusto, suricata, geneta)

Ordem Notoungulata †

Ordem Tubulidentata: Região Etiópica (aardvark)

Ordem Artiodactyla

Subordem Suiformes

Família Suidae: Regiões Etiópica, Oriental, Australiana e Paleártica (ilhas Celebes) (porcos, javali)

Família Tayassuidae*: Região Neotropical e sudoeste da Neártica (cateto, queixada)

Família Hippopotamidae: Região Etiópica (hipopótamo)

Subordem Tylopoda

Família Camelidae*: Região Neotropical (Andes) e sul da Paleártica (camelo, dromedário, lhama, vicunha)

Subordem Ruminantia

Família Tragulidae: parte das Regiões Etiópica e Oriental (chevrotain)

Família Cervidae*: Regiões Holártica, Neotropical e Oriental (veado, cervo, alce)

Família Giraffidae: Região Etiópica (girafa, okapia)

Família Antilocapridae: Região Neártica ("antílope" norte-americano)

Família Bovidae: Regiões Holártica, Etiópica e Oriental (boi, bisão, cabra, antílopes, gazela, gnu)

Ordem Condylarthra †

Ordem Perissodactyla

Família Equidae ∇: Regiões Etiópica e Paleártica (cavalo, zebra)

Família Tapiridae*: Regiões Neotropical e Oriental (anta)

Família Rhinocerotidae: Regiões Etiópica e Oriental (rinoceronte)

Ordem Mysticeta: todos os oceanos (baleias-de-barbatanas)

Família Balaenidae (baleia-franca)

Família Balaenopteridae (baleia-azul, jubarte, minke)

Ordem Odontoceta: oceanos e grandes rios tropicais

Família Platanistidae: rios das Regiões Neotropical e Oriental (botó-cor-de-rosa)

Família Delphinidae: rios e oceanos (golfinhos, botos, orca)

Família Physeteridae (cachalotes)

Família Ziphiidae (baleias-bicudas)

Ordem Litopterna †

Ordem Dinocerata †

Ordem Hyracoidea: Região Etiópica e centro-sul da Pa-
leártica (hyraxes)

Ordem Sirenia

Família Trichechidae*: Costa Atlântica tropical; pe-
netram em rios como o Amazonas e o Orenoco
(peixe-boi)

Família Dugongidae: costas do Índico, de Moçambi-
que e Madagáscar até o Norte da Austrália

Ordem Proboscidea: Região Etiópica (*Loxodonta*); Região
Oriental (*Elephas*) (elefantes)

Ordem Tillodontia †

Ordem Taeniodontia †

Ordem Pantodonta †

Objetivos

- Reconhecer, a partir do crânio (material mais freqüentemente disponível e utilizado na taxonomia), representantes dos principais grupos de mamíferos recentes neotropicais.
- Relacionar caracteres cranianos com o modo de vida desses animais, identificando suas especializações.
- Reconhecer as principais sinapomorfias dos diversos táxons.
- Apreciar a disparidade morfológica presente nos Mammalia.

11.1. ESTUDO DO CRÂNIO DE MAMÍFEROS

Após realizar os estudos propostos nos itens I a V, verificar quais dos grupos de mamíferos estudados ocorrem naturalmente na Região Neotropical, quais foram aí introduzidos e quais não ocorrem nessa Região. Em seguida, identificar as principais sinapomorfias que caracterizam os diferentes agrupamentos (Classe, Ordens, Famílias) estudados.

I. Dentes

Observar as diferenças entre incisivos, caninos, pré-molares e molares, quanto à forma geral, número e posição das cúspides e número de raízes. Comparar os diversos exemplares quanto ao tipo de molar. Desenhar os diferentes tipos de molar, procurando relacioná-los com o hábito alimentar.

II. Posição das órbitas

Observar a posição das órbitas nos diferentes grupos, relacionando o tipo de visão daí decorrente (órbitas voltadas para a frente – visão estereoscópica, campo visual restrito; órbitas laterais – amplo campo visual) com o possível hábito de vida do animal.

III. Posição do forame magno

Observar a posição do forame magno, relacionando-a à postura dos diversos animais.

IV. Estrutura dos membros

Observar as diferenças entre os Perissodactyla e os Artiodactyla no que diz respeito à posição do eixo de sustentação dos membros, que passa pelo terceiro dedo nos primeiros, e entre o terceiro e quarto dedos, nos últimos (Fig. 26).

V. Classificação

Utilizando a chave, classificar os crânios ao nível de Ordem. No caso dos Primates, Edentata, Carnivora e Artiodactyla, identificar também a Família.

Glossário de Termos Utilizados nas Chaves de Identificação de Mamíferos

Barra pós-orbital – Barra óssea separando a órbita e a abertura temporal, formada pela união do processo pós-orbital do osso frontal (Fig. 23) com o arco zigomático.

Carniceiro – Último pré-molar superior e primeiro molar inferior dos Carnivora, significativamente mais desenvolvidos que os demais.

Casco (Fig. 24C) – Estrutura fortemente queratinizada que circunda a ponta dos dedos de mamíferos cursores, protegendo-as.

Chifre (Fig. 25A,B) – Projeção do osso frontal, usualmente ramificada e não recoberta por tegumento, formada por um curto pedicelo não decíduo (extensão do osso frontal) e uma porção principal (chifre propriamente dito), que é perdido e cresce anualmente. Durante seu crescimento, o chifre é recoberto por tegumento (“veludo”) (Fig. 25B).

Corno (Fig. 25C) – Projeção óssea fundida ao frontal, não decídua e não ramificada, coberta por epiderme fortemente queratinizada.

Cúspide – Projeção da coroa do dente.

Garra (Fig. 24A) – Estrutura queratinizada longa, curvada e pontiaguda, cobrindo toda a ponta do dígito.

Heterodonte – Dentes diferentes na forma e na função.

Homodonte – Dentes similares na forma e na função.

Secodonte – Dente com duas ou três cúspides principais alinhadas longitudinalmente e unidas por uma crista, formando uma margem cortante.

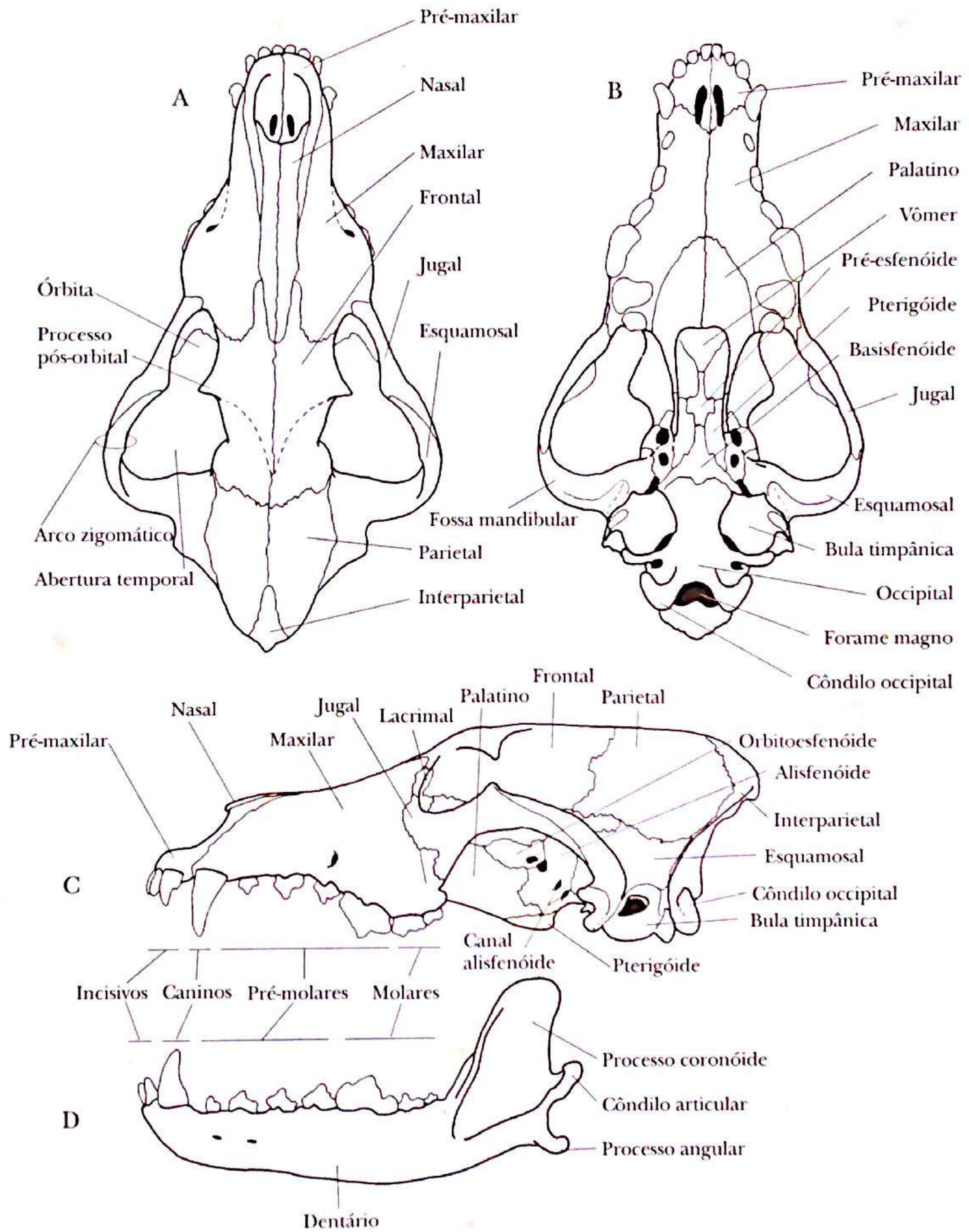


Figura 23. CRÂNIO E MANDÍBULA DE CÃO (*Canis familiaris*). A. vista dorsal do crânio; B. Vista ventral do crânio; C. Vista lateral do crânio; D. Vista lateral da mandíbula.

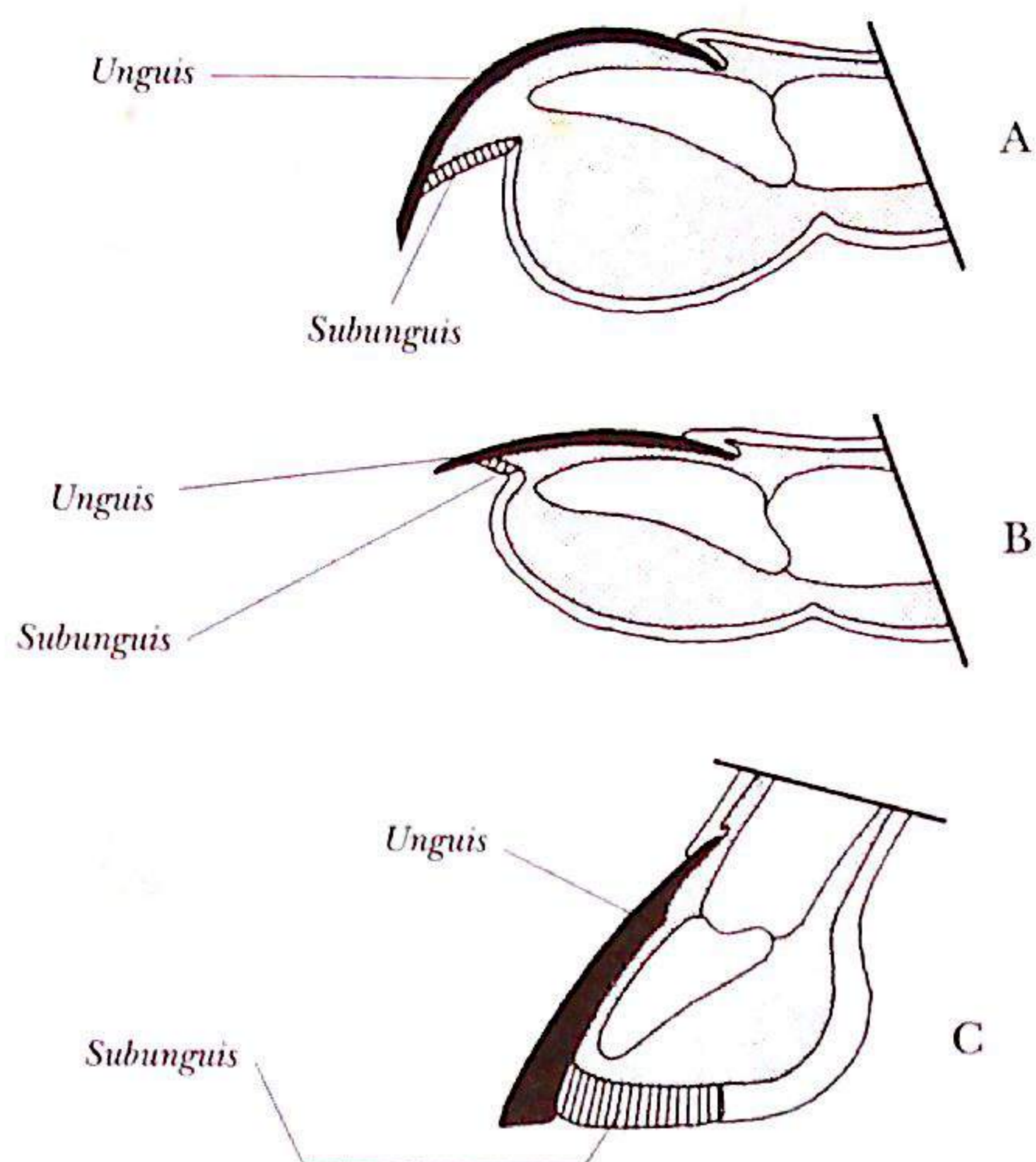


Figura 24. EXTREMIDADE DOS DEDOS DE MAMÍFEROS em corte sagital esquemático, exemplificando a estrutura de: A. Garra, B. Unha e C. Casco.

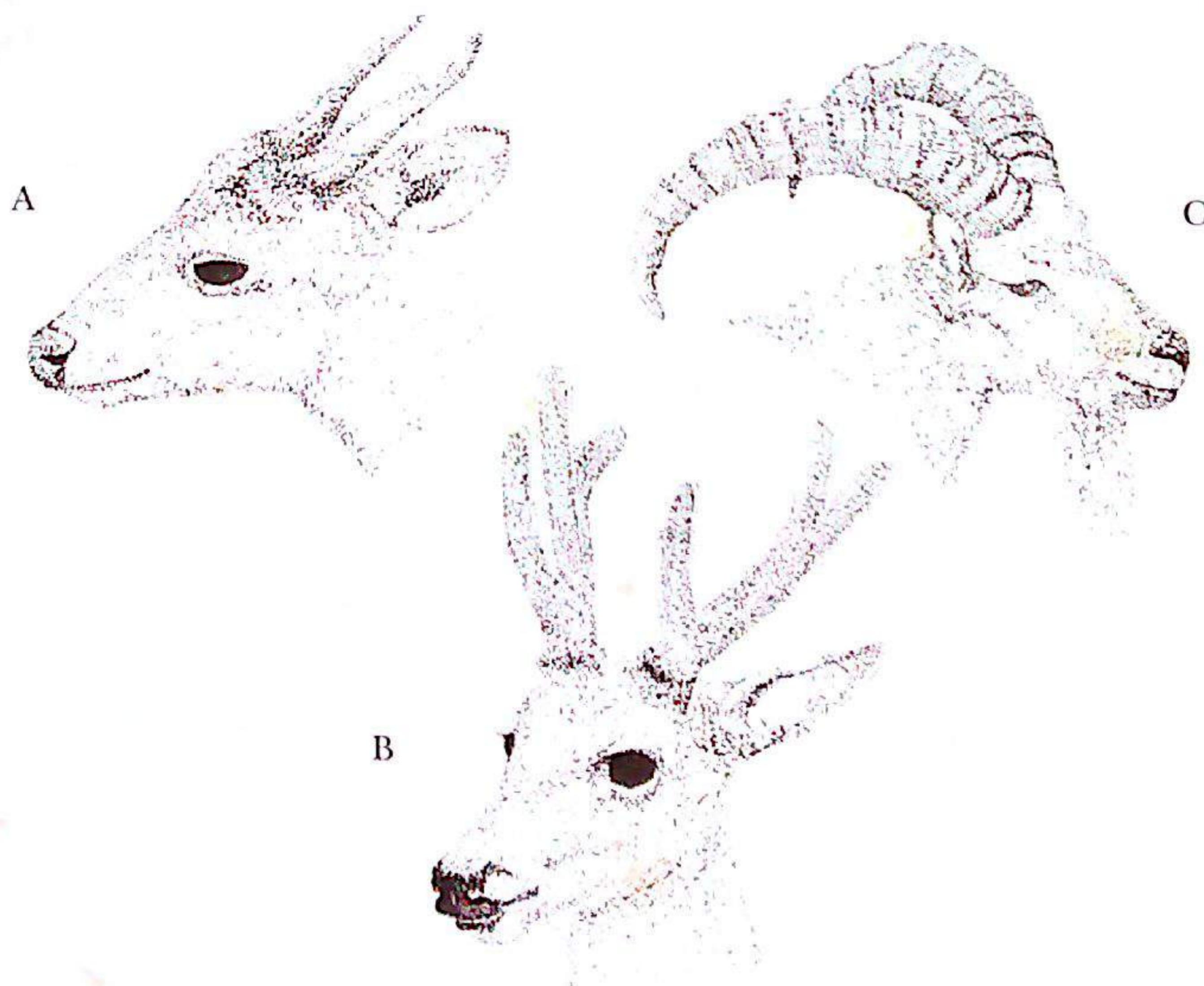


Figura 25. CORNOS E CHIFRES. A. Chifre não ramificado de um veado (Cervidae: *Mazama* sp); B. Chifre ramificado de um cervo-do-pantanal (Cervidae: *Ozotocerus bezoarticus*), ainda revestido pelo "veludo"; C. Corno de uma cabra-do-cáucaso (Bovidae: *Capra caucasica*).

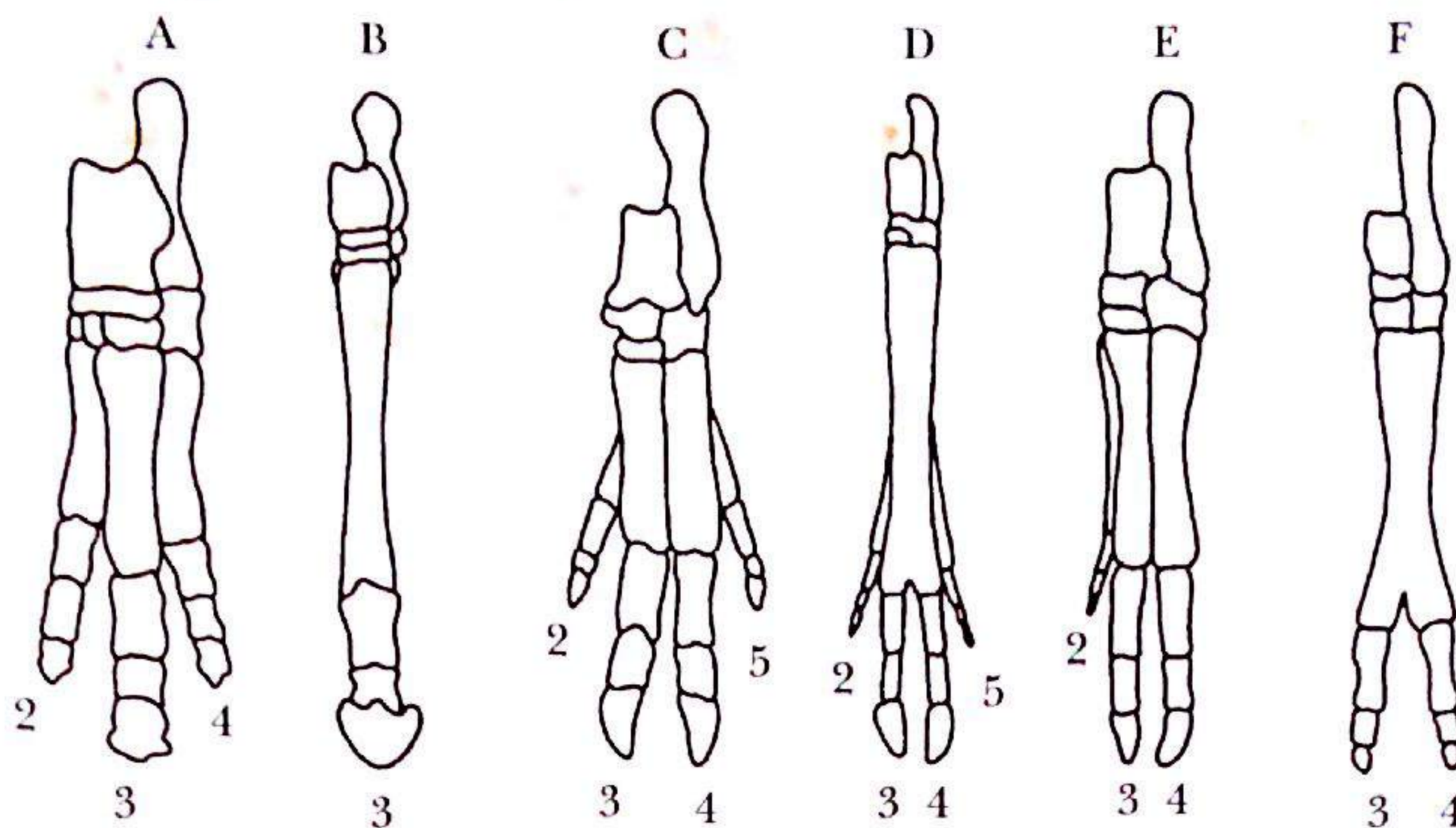


Figura 26. ESQUEMA DOS OSSOS DO MEMBRO POSTERIOR ESQUERDO DE VÁRIOS UNGULADOS, com indicação do número dos dedos. Perissodactyla: A. anta (*Tapirus terrestris*), e B. cavalo (*Equus caballus*); Artiodactyla: C. javali (*Sus scrofa*), D. veado (*Mazama* sp), E. porco-do-mato (*Tayassu* sp) e F. camelo (*Camelus bactrianus*).

Unha (Fig. 24B) – Estrutura queratinizada achatada, cobrindo apenas a superfície dorsal da ponta do dígito.

11.2. TIPOS DE DENTES

Incisivos: Dentes implantados no pré-maxilar e os correspondentes na mandíbula, geralmente unicuspidados, com raiz única.

Caninos: Primeiro dente implantado no maxilar e o correspondente na mandíbula; geralmente longos, conspícuos, unicuspidados e com raiz única. No máximo, um por quadrante.

Pré-molares e molares: Implantados em seguida aos caninos, freqüentemente multicuspidados. Os pré-molares apresentam predecessores na dentição de leite e localizam-se entre os caninos e os molares; são geralmente dentes um pouco menores, com menos cúspides. Na prática, pode ser difícil distingui-los, como ocorre em vários herbívoros (roedores, ruminantes etc.); neste caso, usa-se o termo genérico “dentes molariformes”.

Fórmula dentária: Representação esquemática do número de dentes de cada tipo em um determinado mamífero.

$\frac{n^{\circ} \text{ incisivos hemi-max. sup.}}{n^{\circ} \text{ incisivos hemi-mand.}}$

$\frac{n^{\circ} \text{ caninos hemi-max. sup.}}{n^{\circ} \text{ caninos hemi-mand.}}$

$\frac{n^{\circ} \text{ pré-molares hemi-max. sup.}}{n^{\circ} \text{ pré-molares hemi-mand.}}$

$\frac{n^{\circ} \text{ molares hemi-max. sup.}}{n^{\circ} \text{ molares hemi-mand.}}$

Ex.: Fórmula dentária do cão (Fig. 23) = 3/3 1/1 4/4 2/3

CHAVE PARA AS ORDENS DE MAMÍFEROS RECENTES NEOTROPICAIS (INCLUINDO OS MARINHOS E INTRODUZIDOS)

1. Dentes presentes 3
 1'. Dentes ausentes 2
- 2(1'). Maior comprimento do crânio superior a 500 mm MYSTICETA
 2'. Maior comprimento de crânio inferior a 500 mm ... EDENTATA (parte)
- 3(1). Incisivos freqüentemente mais que 3/3; processo angular do dentário projetando-se medialmente, perpendicular à mandíbula; jugal participando da articulação mandibular..... MARSUPICARNIVORA
 3'. Número de incisivos nunca superior a 3/3; demais caracteres diferentes do acima descrito 4
- 4(3'). Incisivos 1/1, longos e fortemente curvados..... RODENTIA
 4'. Incisivos variáveis; se 1/1, não fortemente curvados 5
- 5(4'). Incisivos 2/1; primeiro par grande e fortemente curvado, segundo bastante reduzido e situado imediatamente atrás do primeiro; parte rostral do maxilar com perfurações..... LAGOMORPHA
 5'. Incisivos variáveis, diferentes do acima exposto 6
- 6(5'). Margem rostral das aberturas nasais externas situada sobre ou atrás da margem rostral das órbitas; ossos nasais reduzidos ou ausentes; membros posteriores ausentes externamente 7
 6'. Margem rostral das aberturas nasais externas situada à frente da margem rostral da órbita; ossos nasais geralmente bem desenvolvidos; membros posteriores visíveis externamente..... 8
- 7(6). Crânio ligeiramente assimétrico, particularmente na região das aberturas nasais externas; rostro longo e pontiagudo, ou bem arredondado; dentes cônicos ODONTOCETA
 7'. Crânio simétrico; rostro curto e terminando bruscamente; dentes não cônicos SIRENIA
- 8(6'). Órbita e abertura temporal separadas por uma barra ou placa pós-orbital .. 9
 8'. Barra ou placa pós-orbital ausente 13
- 9(8). Incisivos superiores ausentes..... ARTIODACTYLA (parte)

- 9'. Incisivos superiores presentes. 10
- 10(9'). Incisivos 2/1, 2/2 ou 2/3 PRIMATES
- 10'. Incisivos 1/3 ou 3/3 11
- 11(10'). Incisivos 1/3. ARTIODACTYLA (parte)
- 11'. Incisivos 3/3. 12
- 12(11'). Molares secodontes; carniceiros bem desenvolvidos; quatro ou cinco dígitos; sem cascos CARNIVORA (parte)
- 12'. Molares apresentando um padrão complexo de cúspides e cristas; um dígito em cada membro; cascos presentes (Fig. 24C) PERISSODACTYLA (parte)
- 13(8'). Dentes pós-caninos homodontes, nunca com dobras e cristas complexas . . 14
- 13'. Dentes pós-caninos heterodontes; se homodontes, com dobras e cristas complexas 15
- 14(13). Caninos ou dentes caniniformes conspicuamente maiores que os demais; um a três incisivos em cada pré-maxilar CARNIVORA (parte)
- 14'. Caninos ou dentes caniniformes ausentes ou não conspicuamente maiores que os demais; se dentes longos, caniniformes, presentes, então pré-maxilar desprovido de dentes EDENTATA (parte)
- 15(13'). Tamanho grande. Maior comprimento do crânio superior a 200 mm. . 16
- 15'. Tamanho pequeno a médio. Maior comprimento do crânio inferior a 200 mm 18
- 16(15). Dentes secodontes, carniceiros bem desenvolvidos; dígitos com garras (Fig. 24A) CARNIVORA (parte)
- 16'. Dentes não secodontes; dígitos com cascos (Fig. 24C) 17
- 17(16'). Caninos triangulares em secção transversal, geralmente com margens agudas; caninos superiores grandes e curvos; membros com dois, três ou quatro dígitos; se três, dois com tamanho aproximadamente igual, o terceiro bem menor (Fig. 26E) ARTIODACTYLA (parte)
- 17'. Caninos (se presentes) não triangulares em secção transversal e sem margens agudas; caninos superiores (se presentes) reduzidos; membros posteriores com três dígitos, o central maior (Fig. 26A) PERISSODACTYLA (parte)

- 18(15'). Antebraço adaptado para o vôo: falanges muito alongadas, segundo a quinto dígitos contidos em um patágio (asa); incisivos superiores 0-2; número total de dentes nunca excedendo 38 CHIROPTERA
- 18'. Antebraço não adaptado para o vôo; incisivos superiores 0-3; número total de dentes variável, chegando a 48-50 19
- 19(18'). Caninos ou dentes caniniformes pequenos e não claramente diferenciados dos molares, incisivos muito alargados, carniceiros nunca desenvolvidos. INSECTIVORA
- 19'. Caninos grandes e claramente diferenciados dos molares; incisivos muito menores que os caninos e molares, carniceiros usualmente desenvolvidos CARNIVORA (parte)

CHAVE PARA ALGUMAS FAMÍLIAS DE MAMÍFEROS NEOTROPICAIS

PRIMATES

1. Fórmula dentária 2/2 1/1 3/3 2/2. Primeiro incisivo superior e primeiro inferior largos e em forma de cinzel; segundo incisivo superior e segundo inferior pontiagudos; cauda longa; primeiro dígito do pé com unha (Fig. 24B), os demais com garras (Fig. 24A); primeiro dígito da mão prênscil, mas não oponível CALLITRICHIDAE
- 1'. Fórmula dentária 2/2 1/1 3/3 3/3. Todos os incisivos largos e em forma de cinzel, nenhum pontiagudo; cauda variável; todos os dígitos com unhas, primeiro dígito da mão ausente ou, se presente, pelo menos parcialmente oponível CEBIDAE

EDENTATA

1. Crânio quadrado em vista dorsal, rostro curto e terminando bruscamente; nunca mais de três dígitos, todos unidos em uma bainha única de tegumento e músculos BRADYPODIDAE
- 1'. Crânio cônico, rostro longo e afilado; quatro ou cinco dígitos em cada membro, não unidos em uma bainha 2
- 2(1'). Dentes ausentes, corpo densamente coberto por pêlos, sem ossos dérmicos MYRMECOPHAGIDAE
- 2'. Dentes presentes; corpo com pelos esparsos; "carapaça" de ossos dérmicos cobertos por escamas córneas epidérmicas DASYPODIDAE

CARNIVORA

1. Canal alisfenóide presente (Fig. 23C), fórmula dentária usualmente $\frac{3}{3}$ $\frac{1}{1}$ $\frac{4}{4}$ ($\frac{2}{3}$); em dois gêneros os molares podem ser 1-2/2, e, em outro, 3-4/4-5 CANIDAE
- 1'. Canal alisfenóide ausente 2
- 2(1'). Fórmula dentária $\frac{3}{3}$ $\frac{1}{1}$ $\frac{2-3}{2}$ $\frac{1}{1}$ = 28-30; último molar superior reduzido, não constricto medianamente FELIDAE
- 2'. Fórmula dentária variável, número de dentes usualmente igual ou superior a 32; se menor que 32, último molar superior medianamente constricto, apresentando lobos labial e lingual distintos 3
- 3(2'). Molares 0-1/1-2; número total de dentes 28-38, usualmente 34 . . . MUSTELIDAE
- 3'. Molares 2/1-2; número total de dentes 36-40, usualmente 40 . . PROCYONIDAE

ARTIODACTYLA

1. Barra pós-orbital ausente ou incompleta, incisivos superiores presentes, usualmente dois ou três pares 2
- 1'. Barra pós-orbital completa, incisivos superiores ausentes ou um único par presente 3
- 2(1). Fórmula dentária $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{1}$ $\frac{3}{3}$ $\frac{3}{3}$ = 38; caninos superiores retos; três dígitos nos membros posteriores (Fig. 26E) TAYASSUIDAE
- 2'. Fórmula dentária $\frac{3}{3}$ $\frac{1}{1}$ $\frac{4}{4}$ $\frac{3}{3}$ = 44; caninos superiores curvos; quatro dígitos nos membros posteriores (Fig. 26C) SUIDAE
- 3(1'). Incisivos superiores presentes; cascos em forma de unhas; almofadas sob os membros, atrás dos cascos CAMELIDAE
- 3'. Incisivos superiores ausentes; cascos bem desenvolvidos; sem almofadas sob os dedos, apenas os cascos tocam o solo 4
- 4(3'). Com indicação da presença de chifres ou cornos (Fig. 25) 5
- 4'. Chifres ou cornos ausentes 6
- 5(4). Chifres ou indicação de sua presença (pedicelos); com vacuidades rostrais CERVIDAE
- 5'. Cornos presentes BOVIDAE

- 6(4'). Vacuidades rostrais geralmente presentes; se ausentes, caninos superiores presentes. CERVIDAE (fêmeas)
- 6'. Vacuidades rostrais geralmente ausentes, caninos ausentes. BOVIDAE (maioria das fêmeas)

Bibliografia

- ANDERSON, S. & JONES, J. K. 1984. *Orders and Families of Recent Mammals of the World*. New York, J. Wiley. 686 p.
- DE BLASE, A. F. & MARTIN, R. E. 1981. *A Manual of Mammalogy*. 2. ed. Dubuque, WM. C. Brown. 436 p.
- EMMONS, L.H. 1990. *Neotropical Rainforest Mammals: A Field Guide*. Chicago, Univ. Chicago Press. 281 p.
- HONACKI, J.H.; KINMAN, K.E. & KOEPL, J.W. (eds.). 1982. *Mammal Species of the World*. Lawrence, Allen Press & The Association of Systematics Collections. 694 p.
- KOWALSKI, K. 1981. *Mamíferos: Manual de Teriologia*. Madrid, H. Blume Ediciones. 532 p.
- NOWAK, R. M. 1991. *Walker's Mammals of the World*. 5. ed. Baltimore, The Johns Hopkins Univ. Press. 2 vols.
- POUGH, F.H.; HEISER, J.B. & McFARLAND, W.N. 1993. *A Vida dos Vertebrados*. São Paulo, Atheneu. 839 p.
- VAUGHAN, T. A. 1978. *Mammalogy*. 2. ed. Philadelphia, Saunders College. 522 p.
- WEBB, J. E.; WALLWORK, J.A. & ELGOOD, J.H. 1977. *Guide to Living Mammals*. London, Macmillan Press. 240 p.
- WILSON, D.E. & REEDER, D.M. (ed.). 1993. *Mammals Species of the World*. 2. ed. Washington, Smithsonian Institution Press. 1206 p.
- YOUNG, J.Z. & HOBBS, M.J. 1975. *The Life of the Mammals: Their Anatomy and Physiology*. 2. ed. Oxford, Claredon. 528 p.



ANATOMIA COMPARADA

Anatomia (do grego *anatomé* = incisão, dissecação) é a ciência que trata da forma e da estrutura dos seres organizados.

Os primeiros relatos escritos sobre a anatomia dos organismos foram feitos séculos antes de Cristo, principalmente pelos egípcios e gregos, destacando-se, entre os últimos, Aristóteles (384-322 a.C.). O médico grego Galeno (130-200 d.C.) foi um dos primeiros a fazer dissecações e experimentos em animais, com o intuito de determinar a relação entre a estrutura e a função. Durante séculos os trabalhos de Galeno foram compilados e seu método de trabalho seguido por seus discípulos. Leonardo da Vinci (1452-1519) interessou-se pela anatomia comparada como resultado indireto de suas atividades artísticas como pintor e escultor. Foi o primeiro a explorar a anatomia do coração, insistindo, contrariamente às idéias de Galeno, em que o coração é um músculo e, como os demais, irrigado por artérias e veias. Apenas no século XV o anatomista belga Andreas Vesalius (1514-1564), professor da Universidade de Pádua, Itália, contestou a metodologia e as descrições feitas por Galeno. Até aquele momento, os trabalhos anatômicos não se preocupavam com a precisão da forma e da topografia. Desse modo, muitos desses trabalhos têm apenas importância artística, e não científica. Vesalius estabeleceu critérios científicos de descrição, fundamentados na sistematização e na objetividade da observação, que serviram de base para a moderna anatomia. Essa ciência descreve e analisa a morfologia e pode ser estudada por vários métodos e em diferentes níveis de organização.

Uma das formas de se estudar anatomia é de modo comparativo, isto é, estudar a mesma estrutura em espécies diferentes. Os anatomistas John Hunter

(1728-1793) e Georges Cuvier (1792-1832) foram os pioneiros no estudo da anatomia comparada.

A partir do momento em que a anatomia se torna comparativa e passa a considerar a estrutura dos organismos não só quanto à organização em si, mas também em função de suas semelhanças e diferenças em relação a outros grupos aparentados, é ultrapassado o limite da simples descrição. Ao se comparar estruturas de espécies diferentes, raciocina-se sobre questões biológicas mais complexas, como a evolução dos organismos.

Aplicando-se os métodos descritivo e comparativo é que se pode ter consciência do grande valor biológico dos conceitos de **homologia** e **analogia**. A definição clara desses dois conceitos fundamentais da anatomia comparada e o reconhecimento das homologias e analogias nos organismos, somados aos dados da paleontologia, dão suporte às hipóteses evolucionistas. Portanto, o conhecimento da estrutura apresenta valor prático para pesquisadores de muitos outros campos da Biologia.

Por que estudar anatomia nos cursos básicos voltados para as ciências biológicas? A resposta a tal questão está baseada na idéia de que os trabalhos de dissecação são fundamentais para que o estudante vivencie, por si, a experiência do conhecimento da estrutura. Com isso ele pode ter o embasamento necessário para os cursos que abordam a anatomia em outros níveis, como a histologia, a citologia e a fisiologia. Quando a anatomia é ensinada antes dessas disciplinas, o aluno é levado a raciocinar analiticamente, isto é, do geral para o particular.

O objetivo desses trabalhos de laboratório é estudar as características gerais e as específicas de determinados vertebrados. Os vertebrados constituem bons modelos de muitos princípios biológicos e, como apresentam a maior diversidade entre os cordados e sua história evolutiva é a melhor conhecida, recebem maior atenção no estudo dos cordados.

Para que se possa reconhecer os caracteres representativos do táxon ao qual os animais escolhidos pertencem, relacionando-os com a evolução dos grupos, há a proposta de uma abordagem em separado para cada sistema de órgãos. Como os trabalhos de anatomia são realizados com animais mortos, propõe-se sacrificar apenas animais de biotérios e/ou criados especificamente para o abate. Desse modo, elimina-se o problema da predação, não se interferindo nos organismos em seus habitats naturais. Por esta razão não foram introduzidos representantes dos répteis, já que costumeiramente não são criados pelo ser humano. Os trabalhos de dissecação devem ser realizados com cuidado e reverência, não só porque este é o caminho para a aquisição de conhecimento, mas também em respeito aos animais que foram sacrificados, pois é grande a responsabilidade de tomar o corpo desses organismos em troca do conhecimento obtido.

Bibliografia

- COLE, F.J. 1975. *A History of Comparative Anatomy from Aristotle to the Eighteenth Century*. London, Macmillan Press. 524 p.
- VILLE, C.A.; WALKER, W.F. & BARNES Jr., R.D. 1985. *Zoologia Geral*. 6. ed. Rio de Janeiro, Discos CBS. 683 p.



TEGUMENTO E ANEXOS

O tegumento dos vertebrados, bem como seus anexos, desempenham várias funções vitais. Muitas destas refletem adaptações relacionadas com os diferentes habitats ocupados pelos vertebrados. No entanto, sua função universal é proteger o organismo das agressões físicas e químicas do ambiente. Ao lado desta, todas as demais funções relacionam-se diferencialmente entre os grupos de vertebrados. Assim, o tegumento tem importante função na regulação osmótica e na respiração em muitos vertebrados aquáticos; na locomoção e na termorregulação em muitos terrestres.

A cor, relacionada com o tegumento, tem importante papel no reconhecimento específico, nos comportamentos agonísticos e sexuais, bem como na camuflagem dos animais. Da mesma forma, as diferentes secreções produzidas pelas glândulas tegumentares podem desempenhar funções de atração sexual, de defesa, na demarcação de território, na nutrição de filhotes etc.

O tegumento dos vertebrados tem origem a partir de dois folhetos germinativos: o ectoderma, que origina a epiderme estratificada, e o mesoderma que origina a derme. Ambos são responsáveis pela organização de seus anexos, que variam de acordo com o grupo de vertebrados considerado. A epiderme, camada mais superficial do tegumento, que se mantém em contato com o ambiente, pode sofrer o processo de queratinização. Isto significa que ocorre uma deposição de queratina no citoplasma celular, provocando a morte das células. Nos vertebrados aquáticos, tais como lampreias, peixes ósseos e cações, não ocorre a formação de uma camada de queratina, podendo existir, em alguns grupos, uma respiração cutânea considerável. Nos vertebrados terrestres e nos que se adaptaram secun-

dariamente à vida aquática, essa camada córnea do tegumento, o **estrato córneo**, possui espessura variável de acordo com o grupo. Essa variação também pode ser observada em diferentes regiões do corpo de um mesmo animal. Além do estrato córneo do tegumento, todas as estruturas queratinizadas, denominadas anexos epidérmicos, são de origem ectodérmica. Esses anexos podem ser exemplificados através dos pêlos, penas, cornos, unhas, garras, cascos, bicos córneos de aves, quelônios e monotremados, escamas córneas, escudos etc. Além dos anexos queratinizados, várias glândulas (sebáceas, sudoríparas, mamárias etc.) são formadas a partir de células da epiderme que se aprofundam na derme.

Os **cromatóforos**, células que contêm estruturas que produzem a cor dos vertebrados, também são células de origem ectodérmica (cristas neurais) que se aprofundam na derme. Nos pêlos e penas, a deposição de pigmentos ou a organização estrutural da queratina ocorre durante o processo de formação desses anexos nas células de origem epidérmica.

A derme, camada mais profunda do tegumento, é rica em fibras colágenas e elásticas, sendo também responsável pela formação de determinados anexos como certos ossos (por exemplo, alguns do plastrão e da carapaça), escamas ósseas, músculos dérmicos etc.

Embora alguns anexos do tegumento incorporem apenas elementos originados de uma de suas camadas (epiderme ou derme), aparentemente ambas são fundamentais para a formação de todos os anexos, pois o mesoderma que compõe a derme tem um efeito estimulador sobre a epiderme.

Objetivos

- Estudar comparativamente o tegumento dos vertebrados, analisando as estruturas derivadas do ectoderma e do mesoderma, a fim de compreender suas homologias.
- Conhecer a organização do tegumento nos diferentes grupos de vertebrados, identificando as adaptações que eles desenvolveram para ocupar os mais variados habitats.

13.1 ELASMOBRANCHII

Observar as escamas placóides (Figs. 27 e 28), que são exclusivas da Classe Chondrichthyes. Notar a forma típica e como os denticulos se orientam caudalmente. As escamas placóides podem ser observadas isoladamente (Fig. 27), inseridas no tegumento, ou em corte sagital da mandíbula de embrião de cação (Fig. 28). Neste caso, a secção evidencia os dentes, situados na cavidade oral (elementos maiores), e as escamas placóides (elementos menores), localizadas na superfície

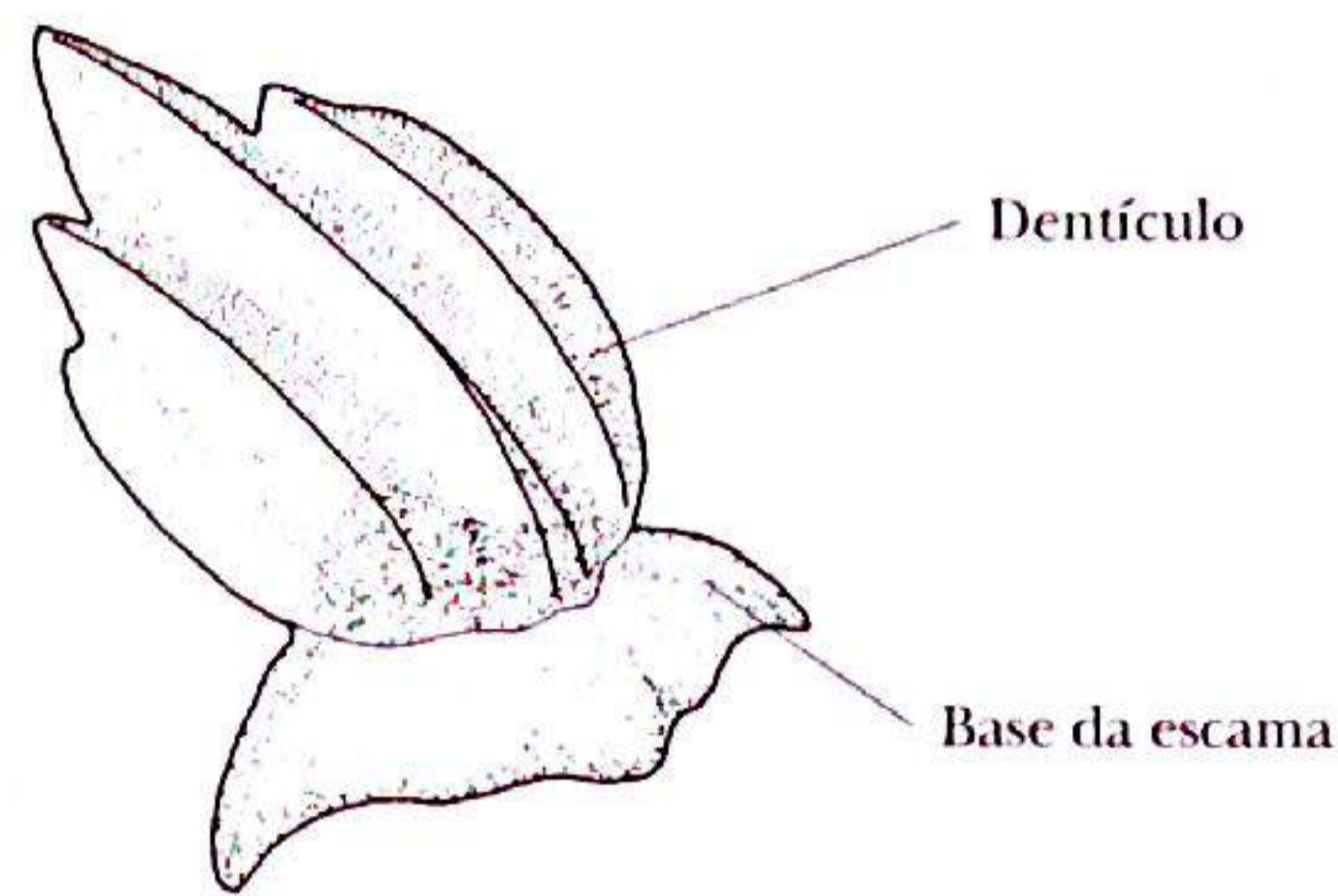


Figura 27. ESCAMA PLACÓIDE DE CAÇÃO (*Scoliodon* sp) em preparação total.

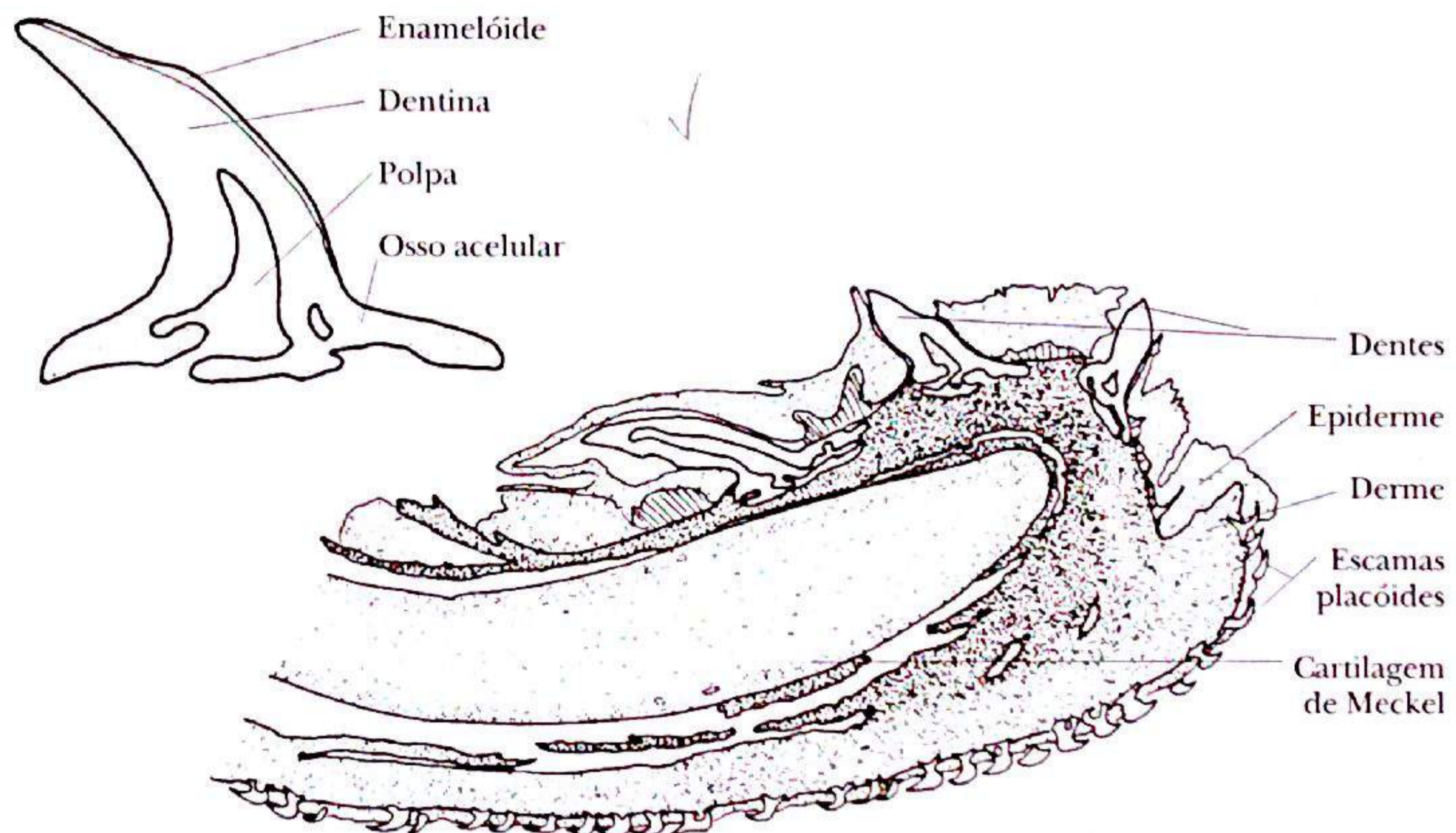


Figura 28. MANDÍBULA DE EMBRIÃO DE CAÇÃO (*Scoliodon* sp) em corte sagital. No detalhe, ampliação esquemática de um dente.

do corpo. Comparar a estrutura dos dentes e das escamas, elementos homólogos nos Chondrichthyes, compostos por **enamelóide, dentina e polpa**. Observar a raiz, formada por osso acelular, implantada na derme, e a cartilagem de Meckel (= cartilagem mandibular).

13.2. TELEOSTEI

Verificar os tipos de escamas **elasmóides** que podem ser encontradas nas diferentes regiões do corpo de representantes da Classe Osteichthyes. As escamas podem estar montadas entre lâmina e lamínula, após coloração prévia, ou ser retiradas do peixe utilizado para dissecção, sendo observadas sob estereomicroscópio. A escama **cielóide** (Fig. 29A) apresenta anéis de crescimento em forma de círculos (*circuli*), e os raios (*radii*) representam os locais de menor deposição de

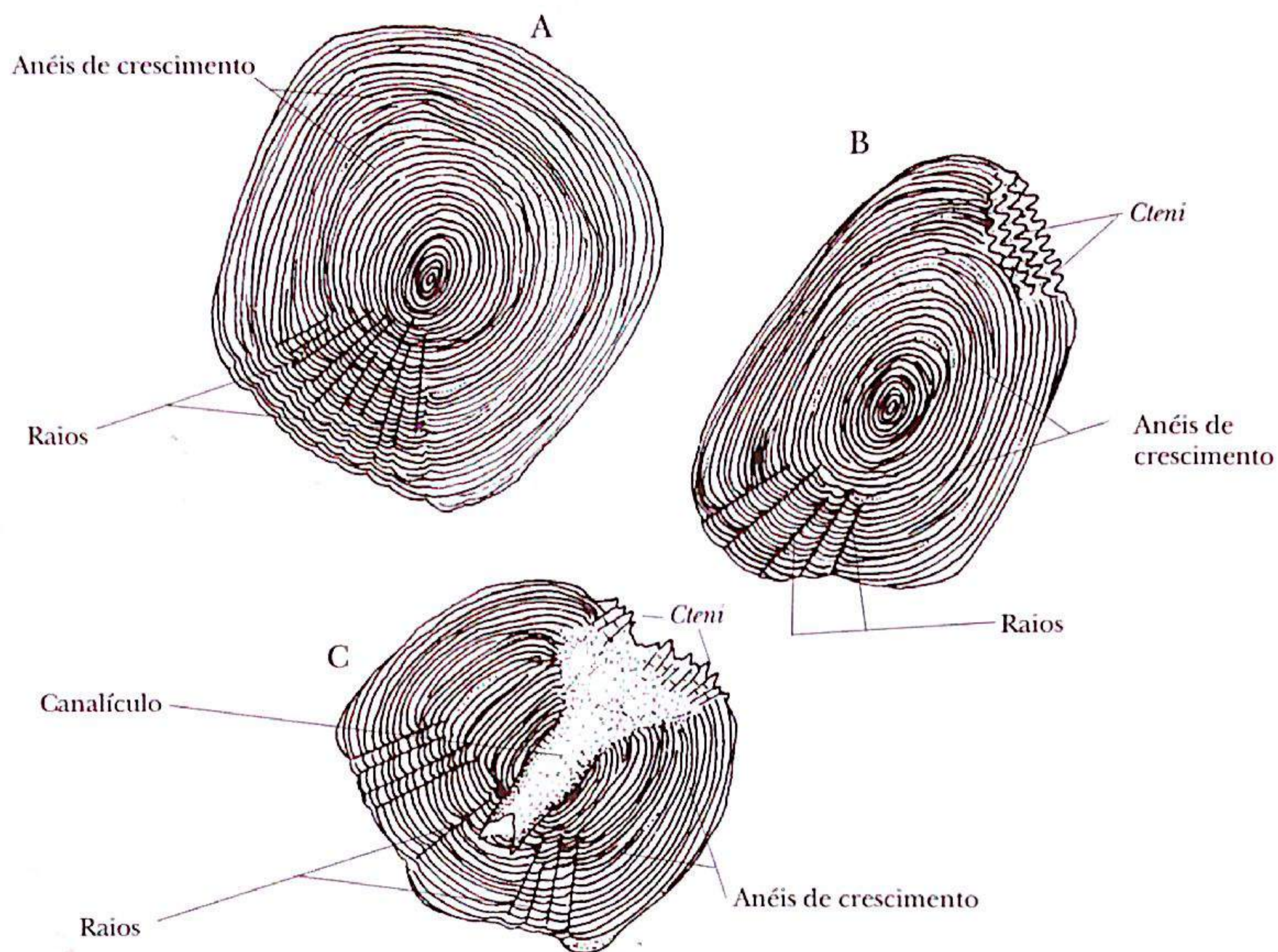


Figura 29. ESCAMAS ELASMÓIDES DE CURIMBATÁ (*Prochilodus lineatus*) EM PREPARAÇÃO TOTAL. A. Escama ciclóide; B. Escama ctenóide; C. Escama ctenóide da linha lateral.

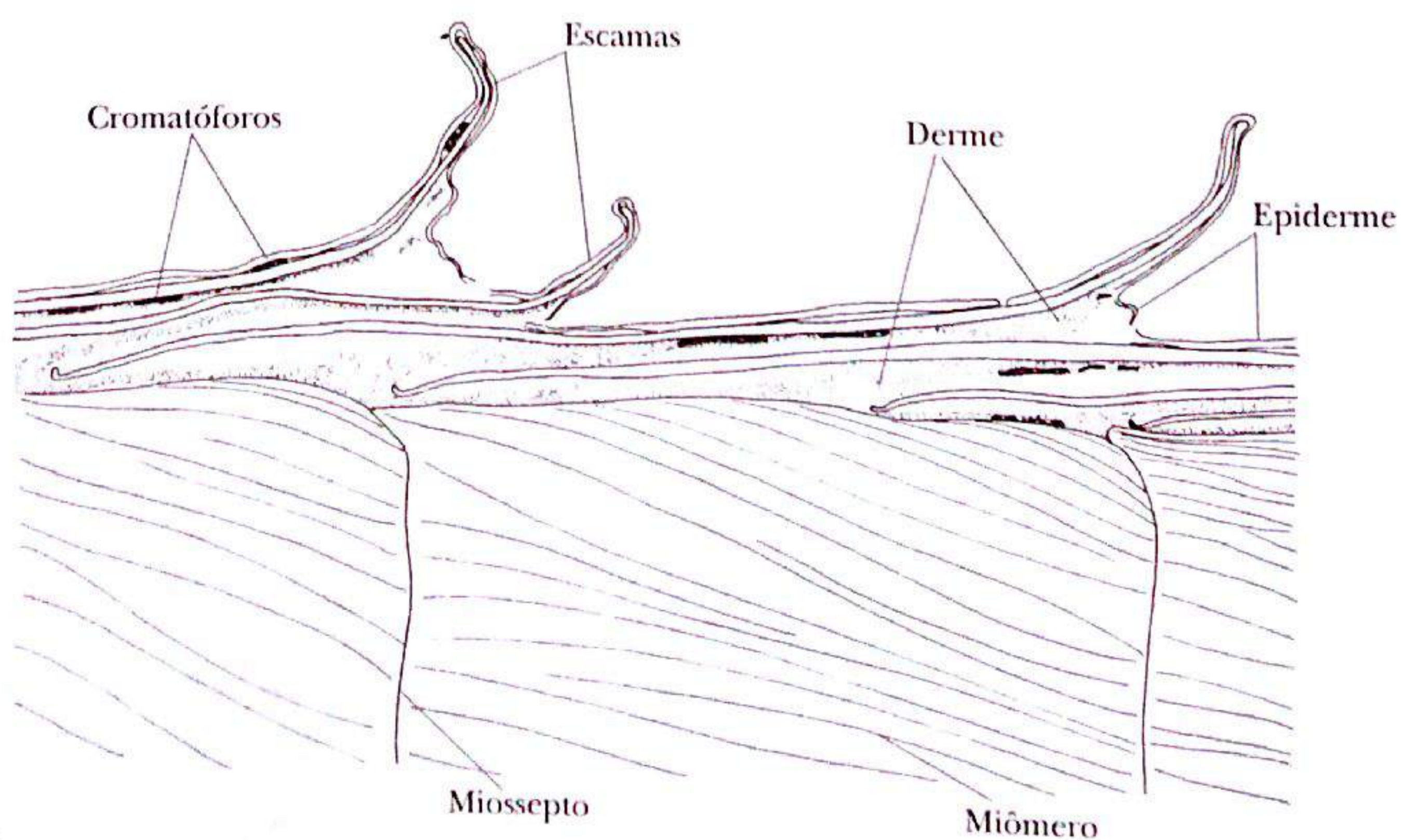


Figura 30. CAUDA DE GUARU, *Xiphophorus* sp, em corte frontal.

sais de cálcio durante a formação da escama. Já a escama ctenóide (Fig. 29B) apresenta pequenos espinhos (*cteni*) na face externa da sua região posterior. A estrutura de uma escama elasmóide situada na região da linha lateral (Fig. 29C) é semelhante, porém apresenta um tubo diminuto que comunica o exterior com o canal onde se localizam os mecanorreceptores da linha lateral. Além do estudo das escamas isoladas, sugere-se a observação de um corte frontal da cauda de um teleósteo (Fig. 30), que permite observar a delgada epiderme recobrendo as escamas elasmóides imbricadas e implantadas na derme.

13.3. AMPHIBIA

Usando-se um corte perpendicular ao tegumento de uma rã (Fig. 31), pode-se observar as suas diferentes camadas. Na epiderme observam-se os estratos germinativo e córneo; na derme, em maior aumento, os estratos esponjoso e compacto. Aprofundadas no estrato esponjoso, mais superficial, existem muitas glândulas de origem epidérmica. As glândulas mucosas têm conteúdo amorfo, e as glândulas serosas são granuladas. O estrato compacto da derme é constituído de feixes de fibras colágenas, paralelas à superfície do tegumento.

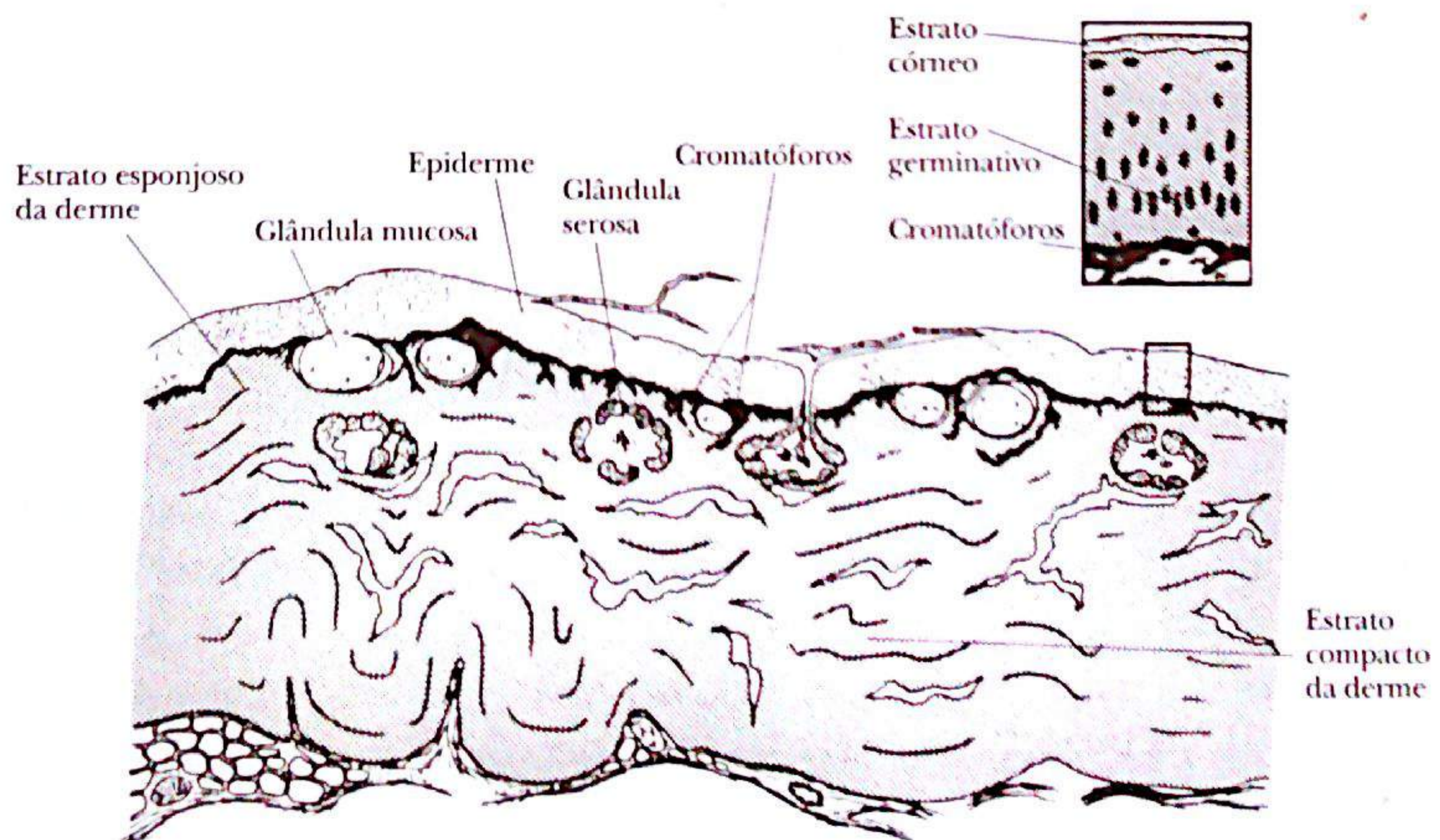


Figura 31. TEGUMENTO DE *Leptodactylus* sp em corte perpendicular.

13.4. REPTILIA

Podem ser observadas as escamas, os escudos ou as placas córneas que se formam pela queratinização das células epidérmicas. Os cromatóforos, que pro-

duzem o colorido do tegumento, são células pigmentares também de origem ectodérmica e que se aprofundam na derme.

13.5 AVES

Nas aves os anexos do tegumento mais marcantes são as penas. Têm origem a partir de células epidérmicas que sofrem o processo de queratinização. São estruturas formadas por células mortas que sofrem desgaste natural, sendo substituídas pelo menos uma vez por ano através da muda. A organização da parte penácea de uma pena mostra as barbas e as bárbulas (Fig. 19) presas entre si por meio de diminutos ganchos (hâmulos). Os diferentes tipos de penas estão exemplificados na Figura 20. Analisando-se o corte perpendicular do tegumento de um embrião de galinha com 14 dias (Fig. 32), pode-se observar o processo de formação de uma plúmula. Embora as células que formam a plúmula sejam de origem epidérmica, a papila dérmica (incluindo os vasos sangüíneos) que se forma

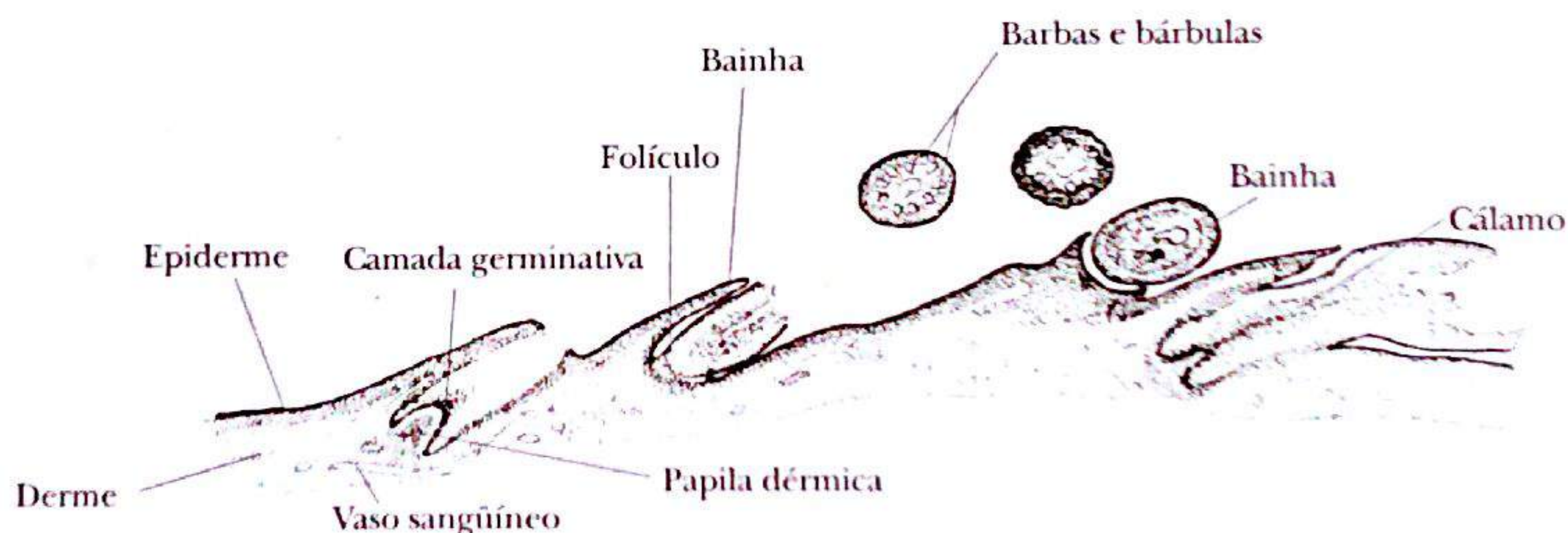


Figura 32. TEGUMENTO DE EMBRIÃO DE GALINHA (*Gallus gallus*) em corte perpendicular.

inicialmente é fundamental para a organização desse anexo córneo. Pode-se verificar que existem plúmulas em secção transversal e sagital, dependendo do plano de corte.

13.6. MAMMALIA

Os mamíferos apresentam, além dos pêlos, outras formações que também são anexos de origem epidérmica, tais como chifres e cornos (Fig. 25). O corno, característico dos Bovidae, é uma formação óssea permanentemente recoberta por epiderme com alto grau de queratinização. O chifre, característico dos Cervidae, é uma formação óssea decídua, recoberta por tegumento ("veludo") apenas durante sua formação; após um certo tempo o tegumento que o envolve deixa de ser irrigado, morre e o osso torna-se exposto.



MORFOLOGIA EXTERNA

O estudo da anatomia apresenta resultados melhores quando se dissecam animais previamente mortos e fixados. Os tecidos ficam mais resistentes e também evita-se o extravasamento do sangue, que dificulta as observações. Além disso, os animais podem ser guardados e reutilizados em aulas subseqüentes, maximizando-se o aproveitamento das peças anatômicas.

Para realizar as dissecções propostas é necessário utilizar instrumentos cirúrgicos condizentes com esse trabalho; caso contrário, os objetivos propostos não poderão ser alcançados em sua totalidade. Para o nível de dissecções programadas, deve-se ter :

1. uma tesoura pequena (11 cm) de pontas finas; para seccionar tecidos mais internos e/ou mais delicados;
2. uma tesoura média (13 cm ou 15 cm) com uma ponta fina e outra romba a ser utilizada nas incisões para a retirada do tegumento ou para expor as cavidades do corpo. Utilizar sempre a tesoura com a ponta romba voltada para o animal. Desse modo, diminui-se a probabilidade de romper os vasos ou as vísceras;
3. um bisturi de lâminas descartáveis; a troca contínua das lâminas contribui para a manutenção da propriedade de corte do instrumento e, sem dúvida, é muito mais econômico do que um bisturi de lâmina permanente;
4. uma pinça histológica pequena (10 cm) de pontas finas; utilizada para tecidos mais delicados como, por exemplo, tecidos conjuntivos frouxos de revestimento e vasos sangüíneos;
5. uma pinça histológica média (15 cm) de pontas arredondadas; usada para segurar tecidos mais robustos como, por exemplo, tegumento, músculos, vísceras em geral;

6. dois a três estiletes, que podem ser confeccionados artesanalmente. Para isso, utilizar um cabo de madeira (lápis sem ponta) e, em uma de suas extremidades, fixar agulhas ou alfinetes de diversos tamanhos. Deste modo, ter-se-ão estiletes variados que auxiliam no afastamento das vísceras entre si, ou dos diferentes tecidos e, também, servirão para apontar estruturas sem encobrir o campo visual;
7. um osteótomo médio (15 cm) para cortar estruturas mais resistentes, como os ossos;
8. luvas cirúrgicas.

De posse desse material cirúrgico, seguir as instruções contidas nas diferentes aulas propostas a fim de realizar o estudo comparado da anatomia do curimbatá (*Prochilodus lineatus*), da rã (*Rana catesbeiana*), do pombo-doméstico (*Columba livia*) e do rato-branco (*Rattus rattus*).

A preparação do material para o estudo anatômico segue os procedimentos de rotina. O rato-branco, o pombo-doméstico e a rã devem ser anestesiados com éter etílico ou clorofórmio e bem fixados com formol a 4% v/v, injetado com auxílio de uma seringa na cavidade celômática e nas principais massas musculares.

No caso do peixe, embora a anestesia prévia com barbitúricos seja útil, recomenda-se sacrificá-los diretamente em formol 4% v/v, de modo a obter uma fixação perfeita dos órgãos internos, embora devam ser injetados como acima descrito.

Após a fixação, o material deve permanecer cerca de um mês em solução de formol 4% v/v e transferido para uma solução de álcool etílico 70% v/v, após deixar evaporar o excesso de formol.

Objetivos

- Observar a morfologia externa e as estruturas tegumentares dos animais em estudo.
- Preparar esses exemplares para o estudo da musculatura, retirando o tegumento.

14.1. TELEOSTEI – Curimbatá

I. Estudo da morfologia externa (Fig. 33)

Diferentes tipos de escamas recobrem o corpo deste peixe. Retirar escamas da cabeça, da região mediana do corpo, da cauda e da linha lateral. Observá-las ao estereomicroscópio. Notar suas dimensões, sua forma e o tipo de escama. Relacionar estas observações com a locomoção do animal.

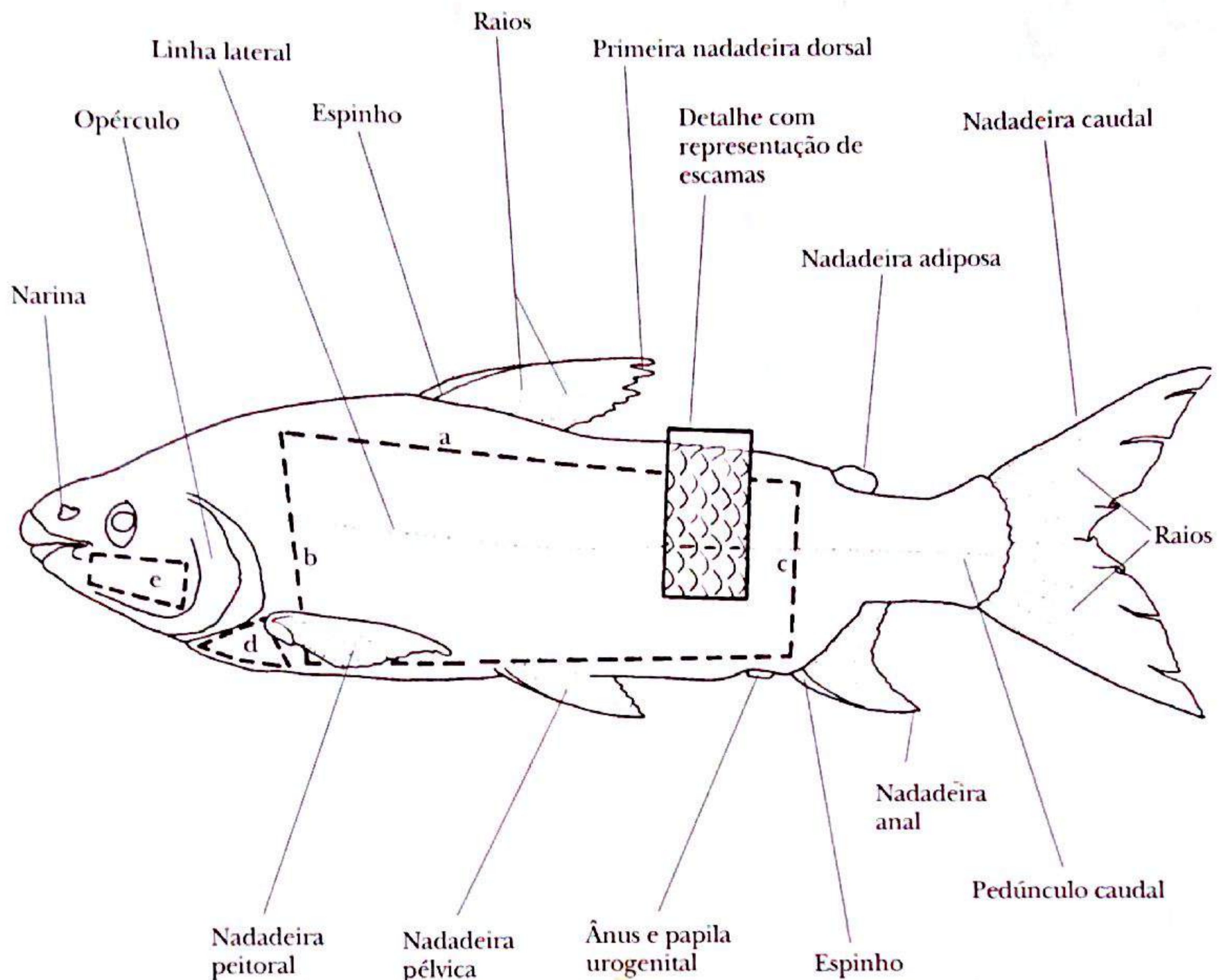


Figura 33. CURIMBATÁ (*Prochilodus lineatus*) em vista lateral.

Observar as estruturas relacionadas abaixo.

Aberturas nasais inalantes e exalantes

Olhos: forma, tamanho e posição

Opérculo ósseo e raios branquiostegais

Nadadeiras pares e ímpares (forma e posição relativa ao corpo)

Espinhos e raios presentes nas diferentes nadadeiras

Ânus (abertura mais anterior)

Papila urogenital (abertura mais posterior)

II. Remoção do tegumento

Para retirar o tegumento do lado esquerdo do corpo, colocar o peixe em uma cuba de dissecação e fazer, com bisturi, as incisões a, b e c indicadas na figura 33. A seguir, levantar o tegumento com uma pinça histológica e descolá-lo a partir da linha mediana dorsal, cortando as ligações de tecido conjuntivo que existem entre o tegumento e a musculatura. Rebater o retângulo de tegumento em direção à região ventral do peixe (Fig. 69). Finalmente, retirar o tegumento da região ventral à frente da nadadeira peitoral e da face esquerda da cabeça seguindo, respectivamente, as incisões d e e mostradas na Figura 33.

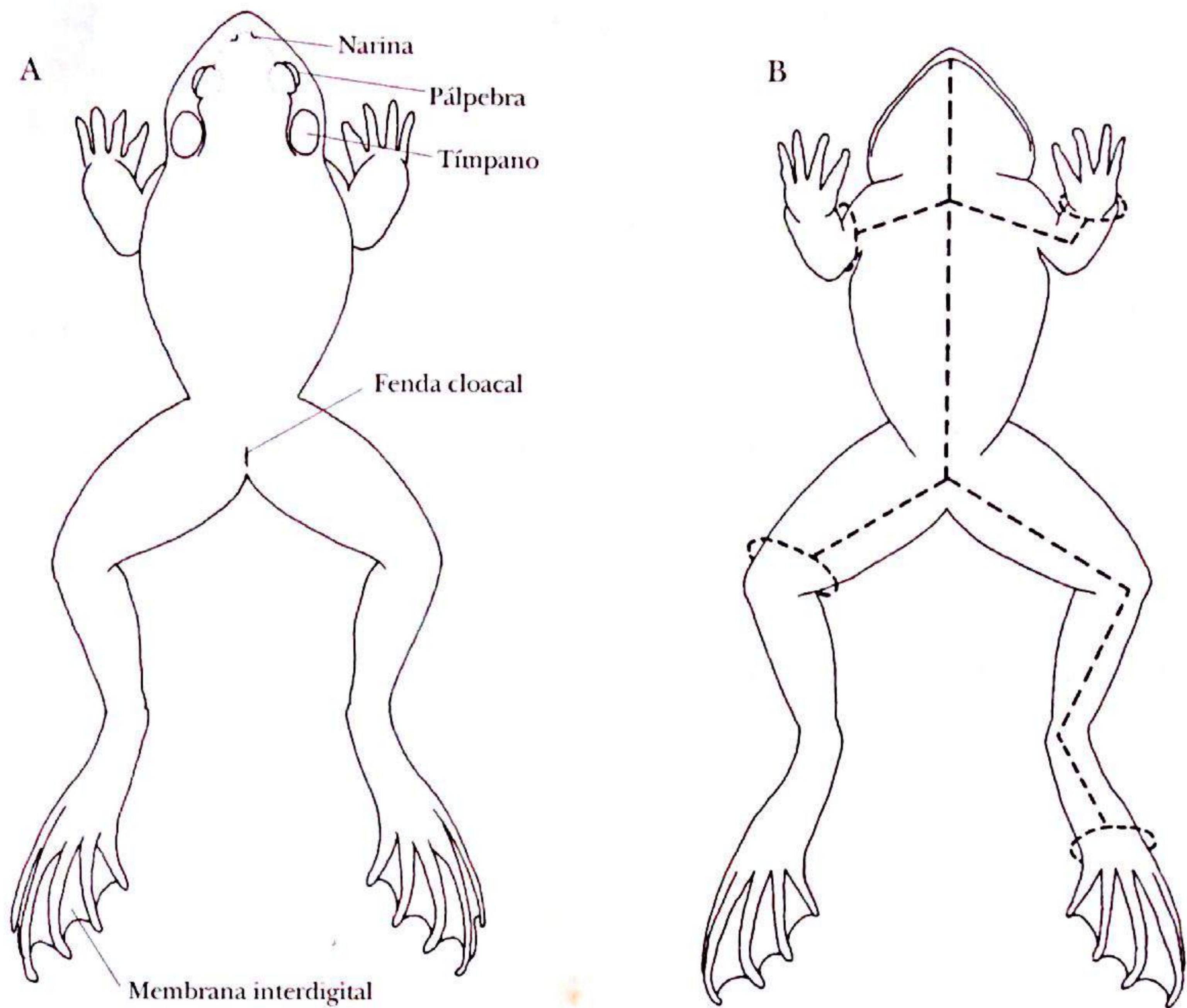


Figura 34. Rã (*Rana catesbeiana*). A. Vista dorsal; B. Vista ventral.

14.2. AMPHIBIA – Rã

I. Estudo da morfologia externa (Fig. 34)

Observar as estruturas listadas abaixo.

Textura, coloração e rugosidades do tegumento

Narinas

Pálpebras (inclusive membrana nictitante)

Tímpano

Fenda cloacal

Membranas interdigitais

II. Remoção do tegumento

Colocar a rã em decúbito dorsal em uma cuba de dissecação. Preferindo, fixar as extremidades à borda da cuba por meio de barbantes. Para iniciar a incisão, levantar

o tegumento com pinça histológica e fazer um primeiro corte com tesoura de pontas finas, continuando a incisão com tesoura ou bisturi, seguindo o padrão indicado pelas linhas tracejadas da Figura 34B. Não é necessário retirar o tegumento de todos os membros, bastando o de um anterior e um posterior. Para tanto, fazer as incisões circulares indicadas na figura a fim de isolar o tegumento que recobre os membros. Retirar o tegumento a partir dos membros posteriores, levantando-o em direção à cabeça. O tegumento que recobre a cabeça deve ser totalmente retirado.

14.3 AVES – Pombo-doméstico (Fig. 35)

I. Estudo da morfologia externa

Observar as estruturas listadas abaixo.

Tipos de penas (relacionadas ao voo e as de cobertura) (Fig. 18)

Ranfoteca

Narinas

Ceroma

Pálpebras (inclusive membrana nictitante)

Abertura do ducto da glândula uropigial

Fenda cloacal

Podoteca

Escamas córneas recobrimdo os pés

Posição dos dedos

Garras

Em seguida, depenar o animal. Para tanto, molhar as penas e puxá-las a favor dos folículos. Na região do pescoço, onde o tegumento é muito fino, segurá-lo enquanto as penas são tiradas. As penas maiores, de voo, podem ser cortadas com tesoura.

Notar no pombo-doméstico depenado as regiões do corpo onde existiam penas (áreas pterilas) e aquelas nuas (áreas aptérias) (Fig. 35).

II. Remoção do tegumento

Colocar o animal em decúbito dorsal e fazer as incisões indicadas na figura 35B, procedendo de modo semelhante ao exposto para a rã. As incisões na região do pescoço devem ser bem superficiais pois, acolado ao tegumento, encontra-se o papo, de parede muito fina.

Para isolar o tegumento dos antebraços e pernas, fazer as incisões circulares mostradas na Figura 35B. Do mesmo modo, fazer uma incisão circular ao redor das regiões uropigial e cloacal. Retirar o tegumento, descolando-o da região

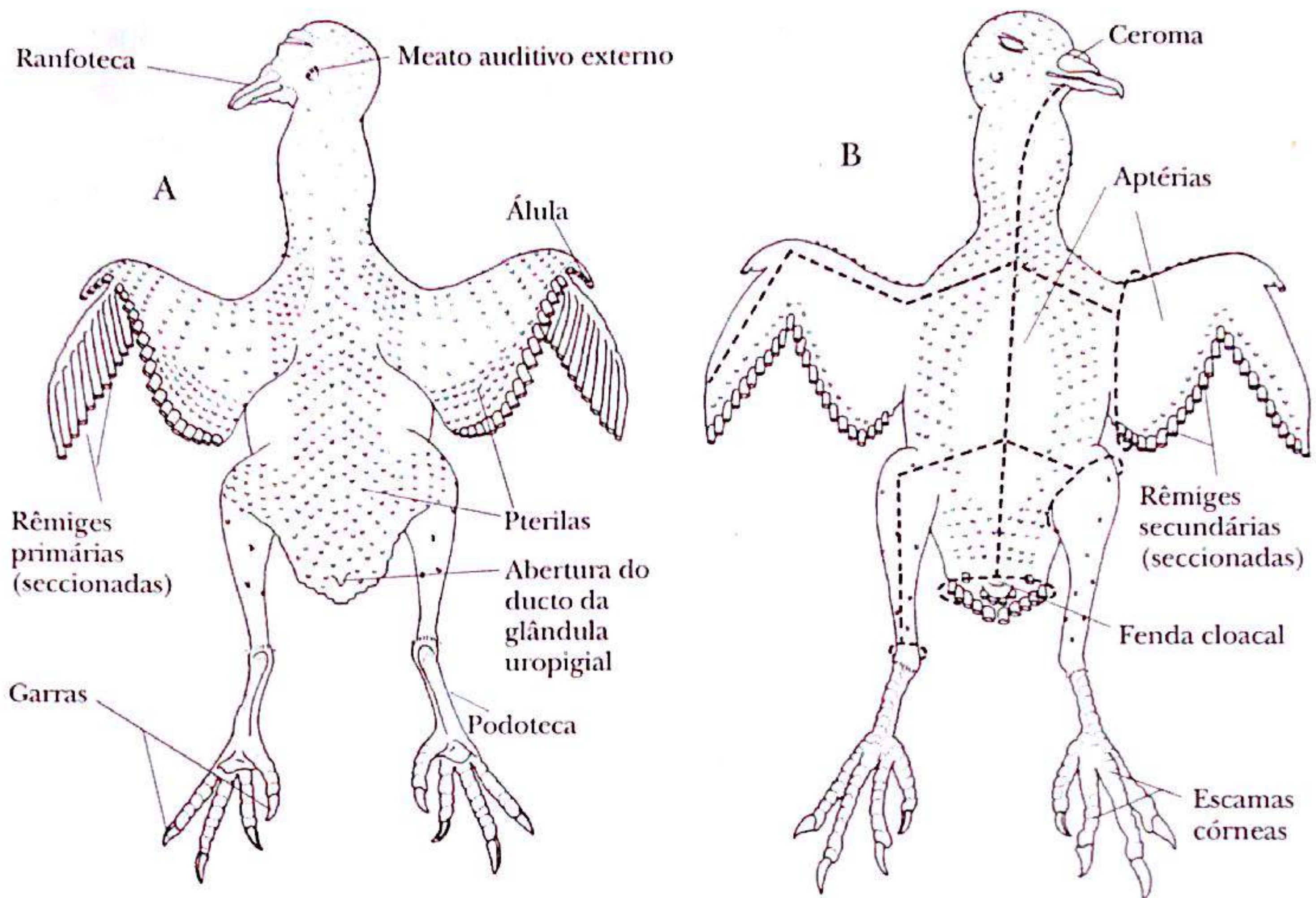


Figura 35. POMBO-DOMÉSTICO (*Columba livia*). A. Vista dorsal; B. Vista ventral.

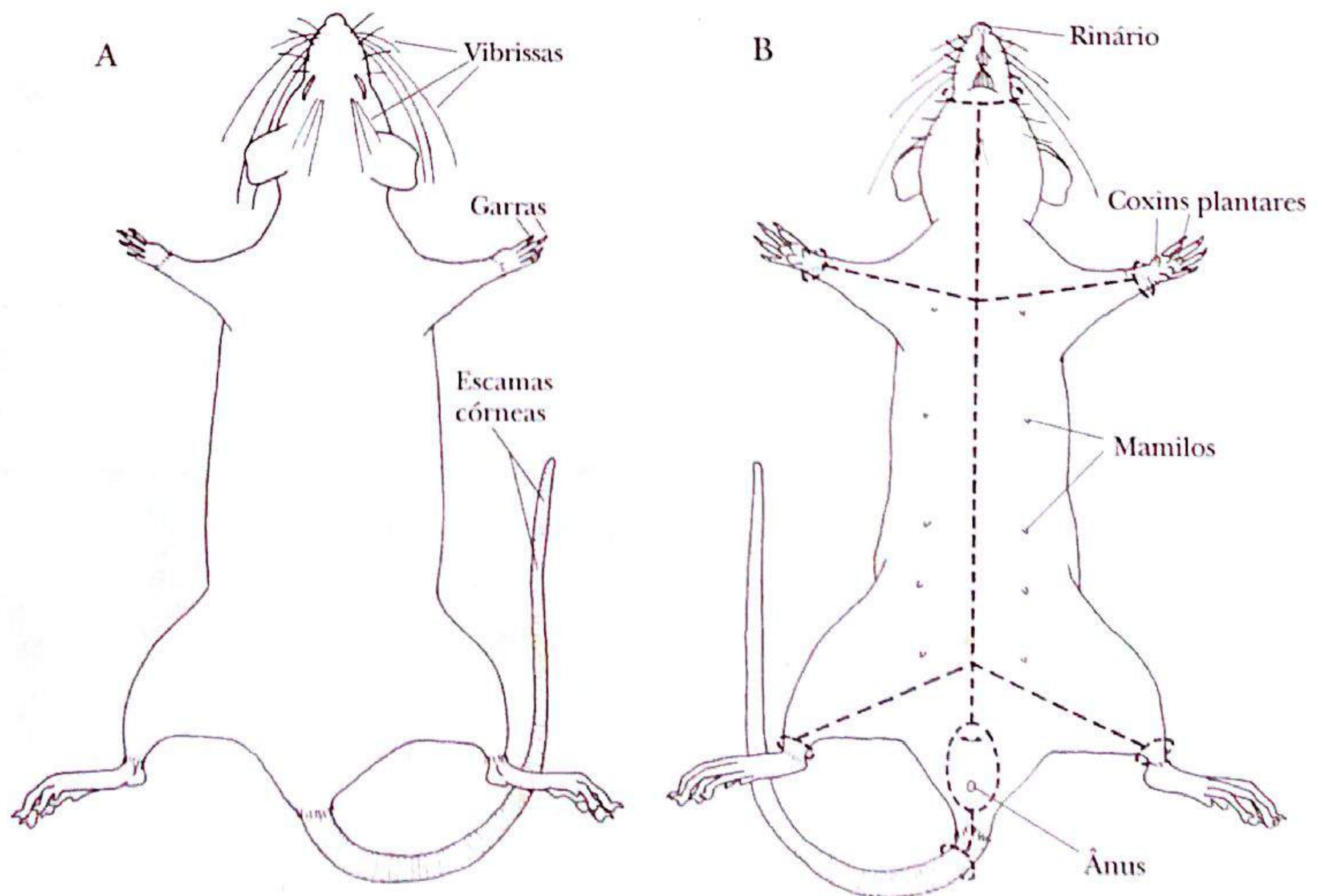


Figura 36. RATO-BRANCO (*Rattus rattus*). A. Vista dorsal; B. Vista ventral.

ventral do corpo e dos membros posteriores em direção à cabeça, que é a última região do corpo a ter o tegumento retirado.

14.4 MAMMALIA – Rato-branco

I. Estudo da morfologia externa (Fig. 36)

Observar as estruturas relacionadas a seguir.

Pêlos que recobrem o corpo e suas diferentes orientações

Vibrissas

Rinário

Bochechas e lábios

Mamilos

Ânus

Aberturas do sistema urogenital

Cauda recoberta por escamas córneas

Coxins (= almofadas) plantares

Garras

II. Remoção do tegumento

Colocar o animal em decúbito dorsal em uma cuba de dissecação e fazer as incisões indicadas na Figura 36B. Isolar o tegumento dos membros, da cauda, do focinho e da região ano-genital através de incisões circulares.

Retirar o tegumento a partir da região caudal, descolando-o em direção à cabeça. Ter atenção na região do pescoço, onde se localizam as glândulas salivares, que devem ser preservadas até o estudo do sistema digestivo.

Atividades Propostas

De posse das observações realizadas, relacionar, para cada um dos animais estudados, a morfologia externa, o tegumento e os anexos tegumentares com o modo de vida do animal, levando em consideração o hábitat e os modos de locomoção, de defesa, entre outros.



MUSCULATURA

O sistema muscular é responsável pela locomoção e pela mobilidade das várias partes do corpo. Estas funções decorrem da propriedade de contração que as células (também denominadas fibras) musculares desenvolveram em alto grau. Além disso, secundariamente, tem importante papel na regulação da temperatura corpórea nos vertebrados endotérmicos, uma vez que o calor produzido pelas contrações musculares pode ser utilizado na termorregulação. A contração muscular, por sua vez, depende basicamente da presença de proteínas contráteis que ocorrem em grande número no citoplasma da fibra muscular. O sistema muscular é muito desenvolvido entre os vertebrados, chegando a constituir de um terço até a metade da massa corpórea.

São reconhecidos três tipos de tecidos musculares: o estriado esquelético, o estriado cardíaco e o liso; todos eles derivam, com poucas exceções, do mesoderma, embora de regiões diferentes desse folheto germinativo.

Assim, os músculos esqueléticos presentes no tronco, cauda, cabeça e apêndices derivam dos miótomos que, por sua vez, desenvolvem-se a partir do epímero; uma possível exceção são os músculos oculares extrínsecos, cuja origem não está ainda bem esclarecida: a partir ou de miótomos, ou do mesoderma pré-cordal. Embora na literatura existam referências à origem embriológica dos músculos relacionados com os arcos viscerais como sendo derivados da capa esplâncnica, trabalhos recentes, desenvolvidos em mamíferos, demonstram a origem desses músculos a partir do epímero.

As fibras musculares lisas derivam de várias fontes: a maior parte deriva do folheto visceral, ou esplâncnico, do hipômero e como tal forma os músculos lisos

presentes na parede das vísceras. Os músculos pupilares e ciliares do olho derivam do **ectomesênquima**, que é a designação dada ao mesênquima derivado das cristas neurais, sendo esses músculos os únicos que não derivam do mesoderma. O músculo liso presente na parede dos ductos, vasos sanguíneos e linfáticos, bem como os músculos da base das penas e o eretor dos pêlos, desenvolvem-se a partir de células mesenquimais locais.

Finalmente, o músculo cardíaco deriva do folheto visceral do hipômero.

Musculaturas somática e visceral

A musculatura esquelética é freqüentemente referida como musculatura **somática**, pois forma a parede ou tubo muscular externo do corpo e apêndices.

A musculatura **visceral** compreende a musculatura lisa presente nas paredes das vísceras e o músculo cardíaco. A porção inicial do tubo digestivo é uma exceção, pois, apesar de ser visceral, apresenta músculos estriados esqueléticos. Este é o caso da musculatura branquial dos peixes e músculos associados aos arcos viscerais.

Objetivos

- Por meio do estudo comparado da organização geral da musculatura dos vertebrados, compreender as mudanças básicas que neles ocorreram, com a passagem de uma locomoção no meio aquático para diferentes tipos de locomoção no ambiente terrestre.
- Obter subsídios ao conhecimento dos grandes grupos musculares e familiarização com a terminologia utilizada.
- Compreender a ação muscular durante os diferentes movimentos.

15.1. TERMINOLOGIA

A rigor, os nomes dos músculos são dados em latim e devem ser grafados em itálico ou outro tipo de letra, diferente do texto corrente. Optou-se aqui por utilizar o nome em português para os músculos consagradamente traduzidos, por tratar-se de um texto onde a preocupação não é estudar com detalhes a musculatura dos vertebrados.

A correta nomenclatura adotada para a musculatura, assim como para outras estruturas anatômicas, deveria realmente traduzir a sua homologia, ou seja, músculos homólogos devem receber o mesmo nome em diferentes grupos de vertebrados. No entanto, devido à complexidade da musculatura dos vertebrados, especialmente em aves e mamíferos, não apenas existem diferentes nomes consagrados para o mesmo músculo, mas também muitos dos nomes utilizados, embora idênticos, não refletem homologias.

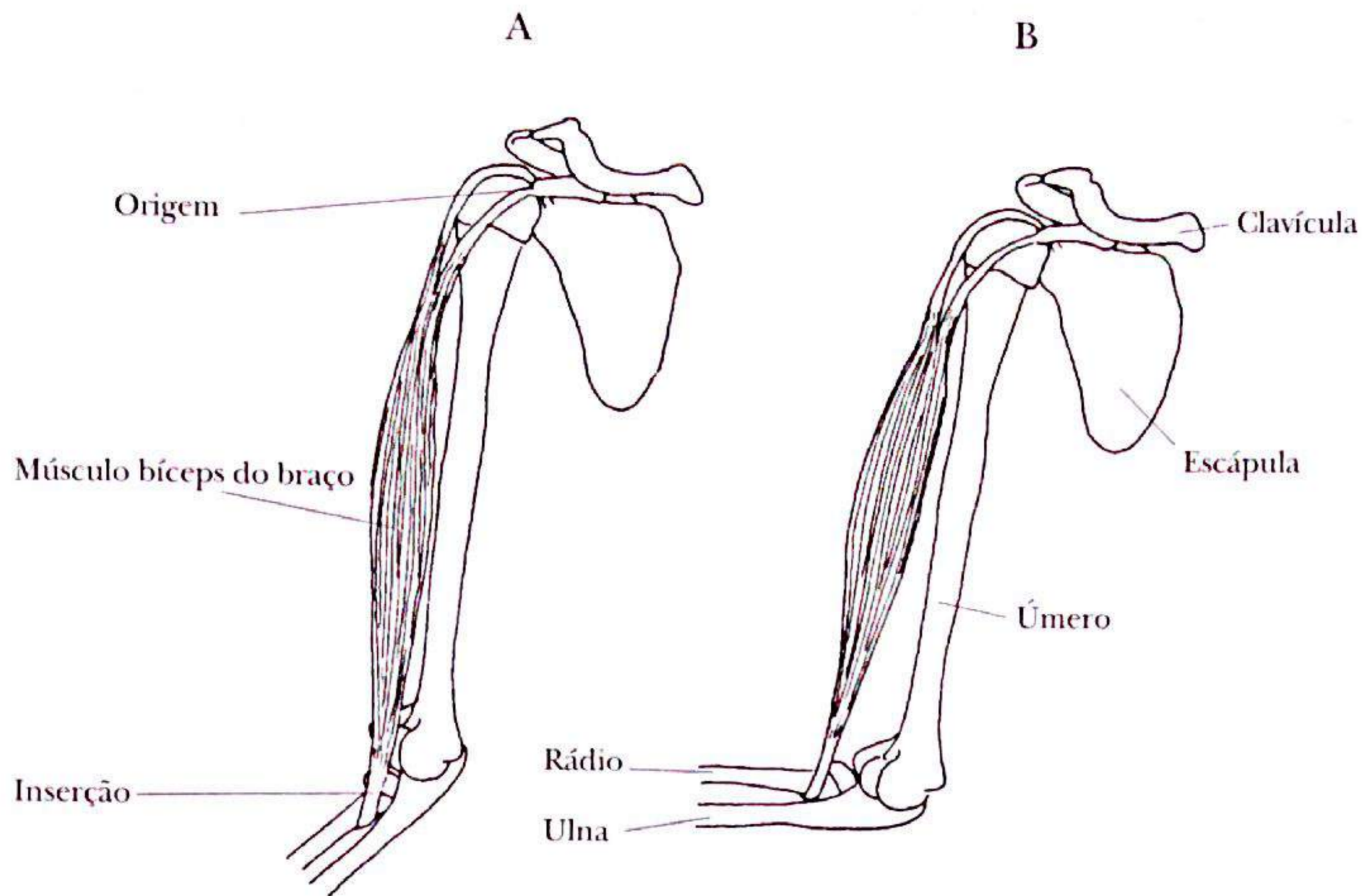


Figura 37. ORIGEM E INSERÇÃO DE UM MÚSCULO exemplificadas em esquemas do braço no homem em vista anterior. A. Músculo relaxado; B. Músculo contraído.

Quando um músculo se contrai, observa-se que uma de suas extremidades permanece imóvel enquanto a outra se desloca (Fig. 37). Dessa forma, definem-se dois termos para um mesmo músculo:

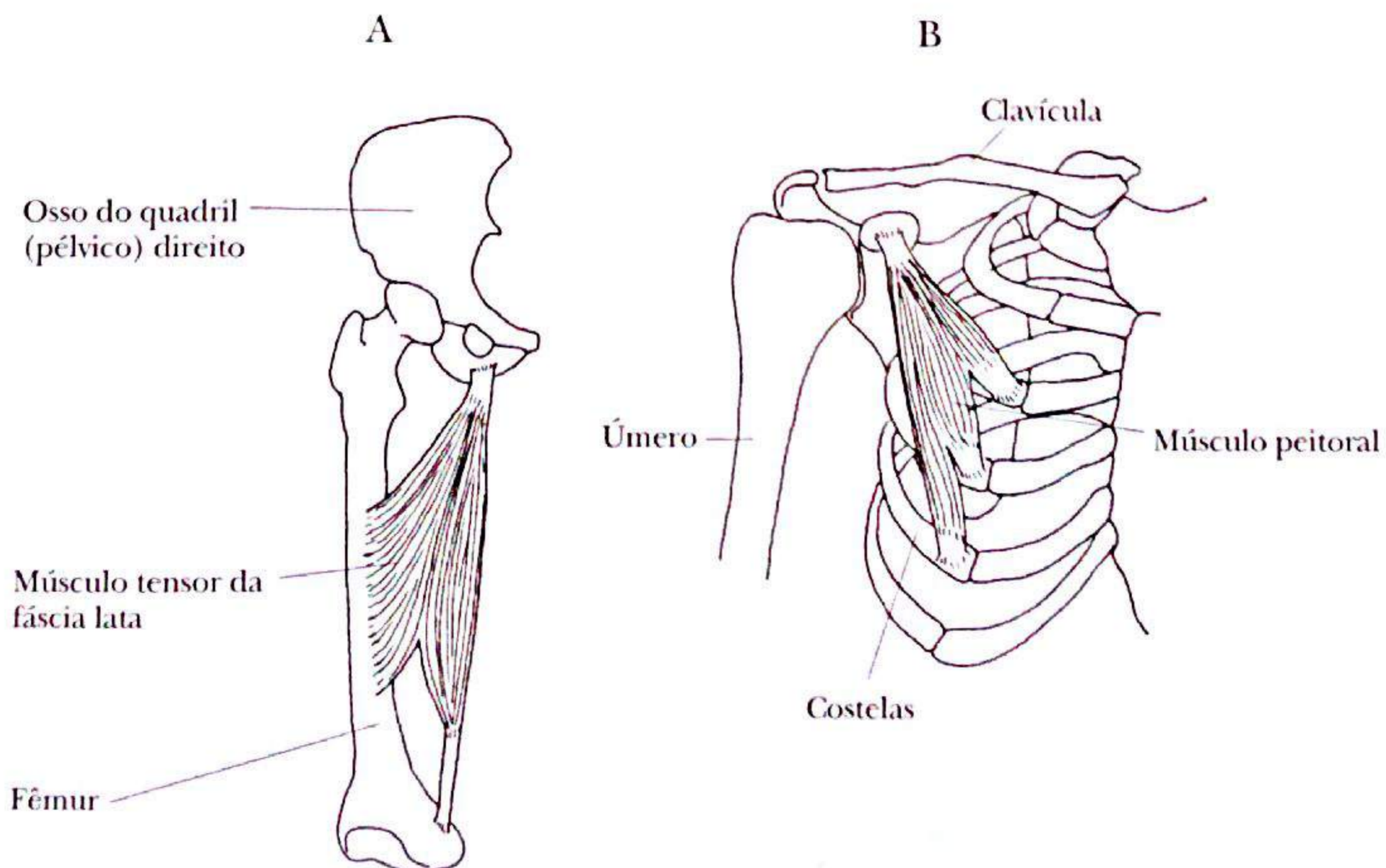


Figura 38. ORIGEM E INSERÇÃO DE MÚSCULOS exemplificadas em esquemas no homem. A. Músculo com duas áreas de inserção; B. Músculo com três áreas de origem.

- **origem** – extremidade do músculo que se fixa na estrutura que permanece imóvel durante a contração muscular;
- **inserção** – extremidade do músculo que se fixa na estrutura que se desloca durante a contração muscular.

No caso específico dos apêndices (nadadeiras pares dos peixes e membros dos tetrápodes), a origem de um músculo, usualmente, é proximal (mais próxima ao tronco) e a inserção é distal (mais distante do tronco). Um músculo pode ter dois ou mais pontos de inserção (Fig. 38A) e dois ou mais pontos de origem (Fig. 38B).

Uma bainha de tecido conjuntivo fibroso, o **epimísio**, envolve cada músculo (Fig. 39) e se estende para o interior do mesmo em forma de traves que separam grupos de fibras musculares uns dos outros, o **perimísio**. Finalmente, cada fibra muscular é envolvida por uma delicada capa conjuntiva, o **endomísio**. O epimísio pode ser contínuo com o tecido conjuntivo que circunda os ossos, o **periósteo**, resultando em uma ligação direta entre o músculo e os ossos aos quais está ligado.

A maioria dos músculos dos tetrápodes liga-se aos ossos através de tendões ou aponeuroses. Um **tendão** é um cordão fino, resistente e forte de tecido conjuntivo denso, que parte do músculo e continua no outro extremo com o revestimento fibroso do osso (Fig. 39), enquanto uma **aponeurose** é uma lâmina larga e plana de tecido conjuntivo, que une as fibras carnosas ao osso. Por outro lado, os **ligamentos** são formados por tecido conjuntivo denso, sem fibras carnosas; ligam um osso a outro, sendo encontrados freqüentemente próximos às regiões articulares, impedindo a desarticulação destas durante os movimentos.

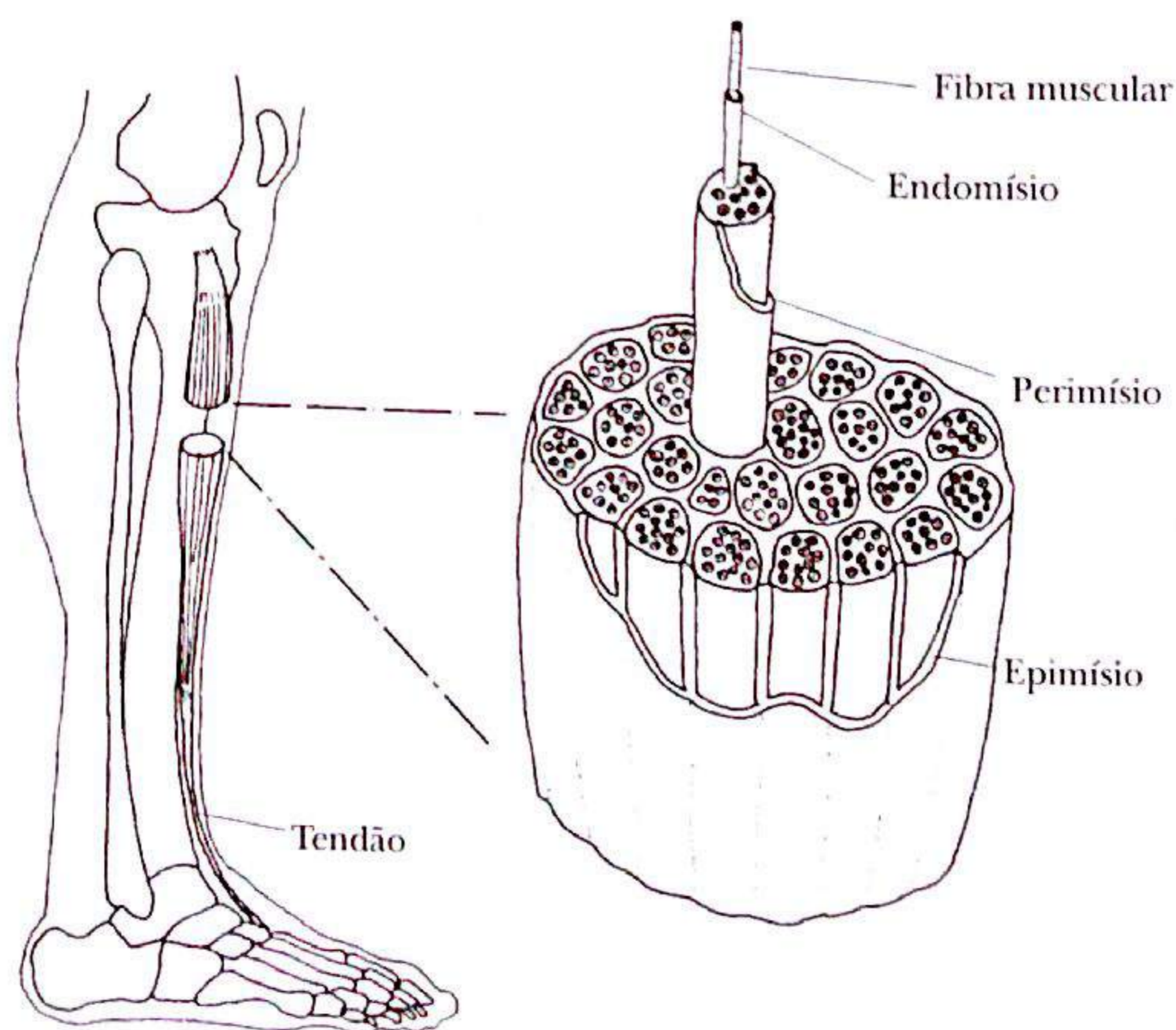


Figura 39. ESTRUTURA DE UM MÚSCULO ESQUELÉTICO esquematizada em um corte tridimensional.

15.2. AÇÃO DOS MÚSCULOS

Os músculos exercem seu papel apenas quando se contraem e estão arranjados, quase sem exceções, em grupos opositores. Assim, quando em funcionamento, os músculos **agonistas** sempre têm músculos correspondentes **antagonistas**, que se encontram relaxados. Frequentemente os músculos de um par agonista contraem-se e, a partir de uma diferença de extensão de cada um, tem-se um determinado movimento controlado (coordenação). Muito raramente os músculos antagonistas exercem contração máxima, que pode resultar na fratura do osso. Um exemplo é o de pessoas que fraturam ossos em acidentes; a quebra do osso pode se dar pela contração máxima de todos os músculos de um grupo antagônico, na tentativa de escapar de injúrias mais sérias.

Os músculos, segundo suas funções, são subdivididos em:

- **esfíncter** – fecha uma abertura (ex.: esfíncter anal e esfíncter da pupila);
- **constritor** – comprime um espaço, como por exemplo os músculos constritores da faringe;
- **dilatador** – músculo antagônico aos dois primeiros; dilata uma abertura ou aumenta um espaço;
- **abductor** – provoca movimentos que afastam o osso da linha mediana do corpo (Figs. 40A,C, 41B). Ex.: os músculos que promovem o afastamento de um membro do tronco;
- **aductor** – aproxima o osso da linha mediana do corpo (Figs. 40B,D, 41C). Ex.: os músculos que promovem a aproximação de um dos membros ao tronco;
- **flexor** – diminui o ângulo de uma articulação entre ossos adjacentes (Figs. 42A,C, 43A,B);
- **extensor** – aumenta o ângulo de uma articulação. Causa, portanto, um movimento antagônico ao provocado pelos flexores (Figs. 42B,C, 43B,C);
- **elevador** – eleva uma parte do corpo (Fig. 44A);

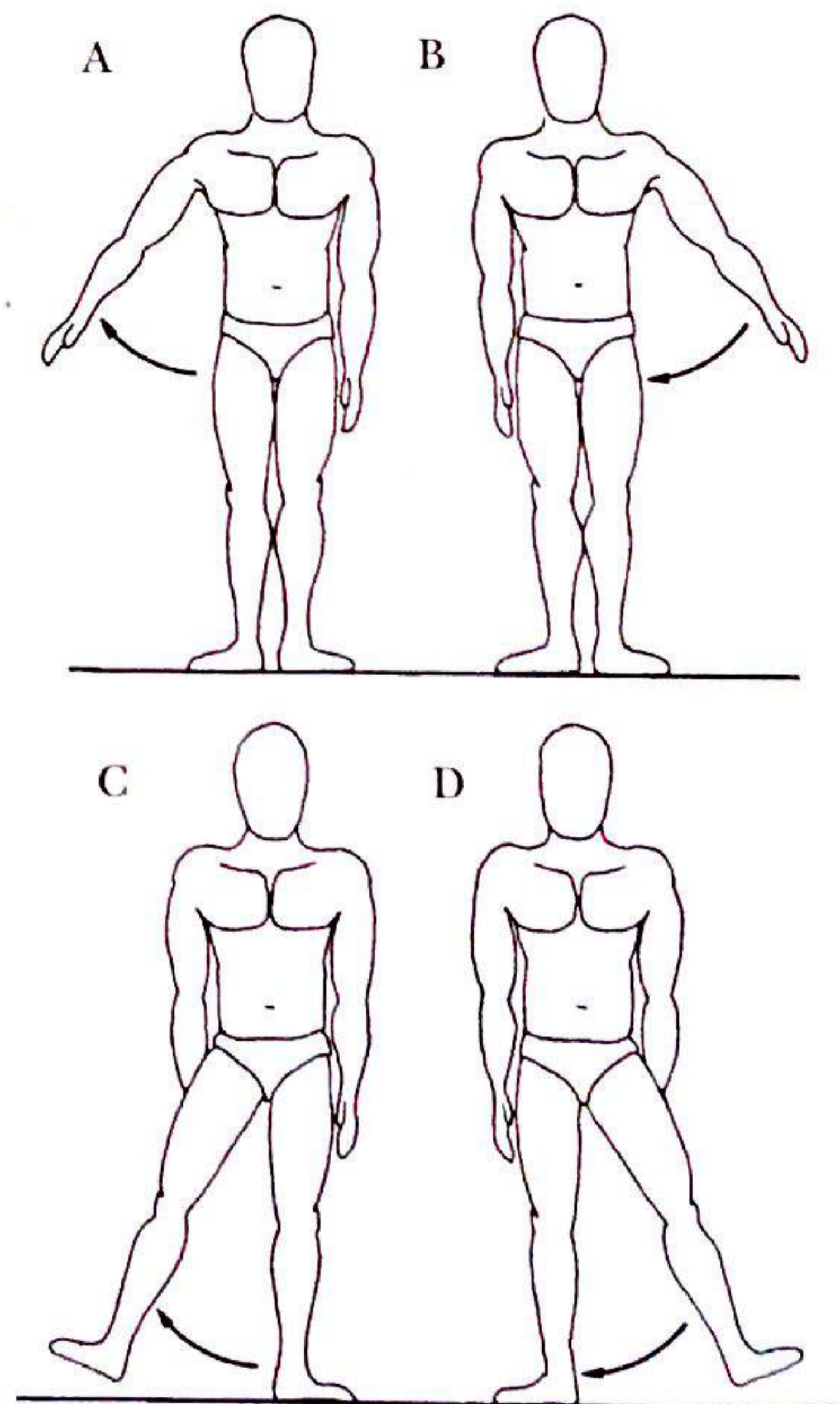


Figura 40. MOVIMENTOS DE ABDUÇÃO E ADUÇÃO dos membros anteriores e posteriores no homem. A e C. Abdução; B e D. Adução.

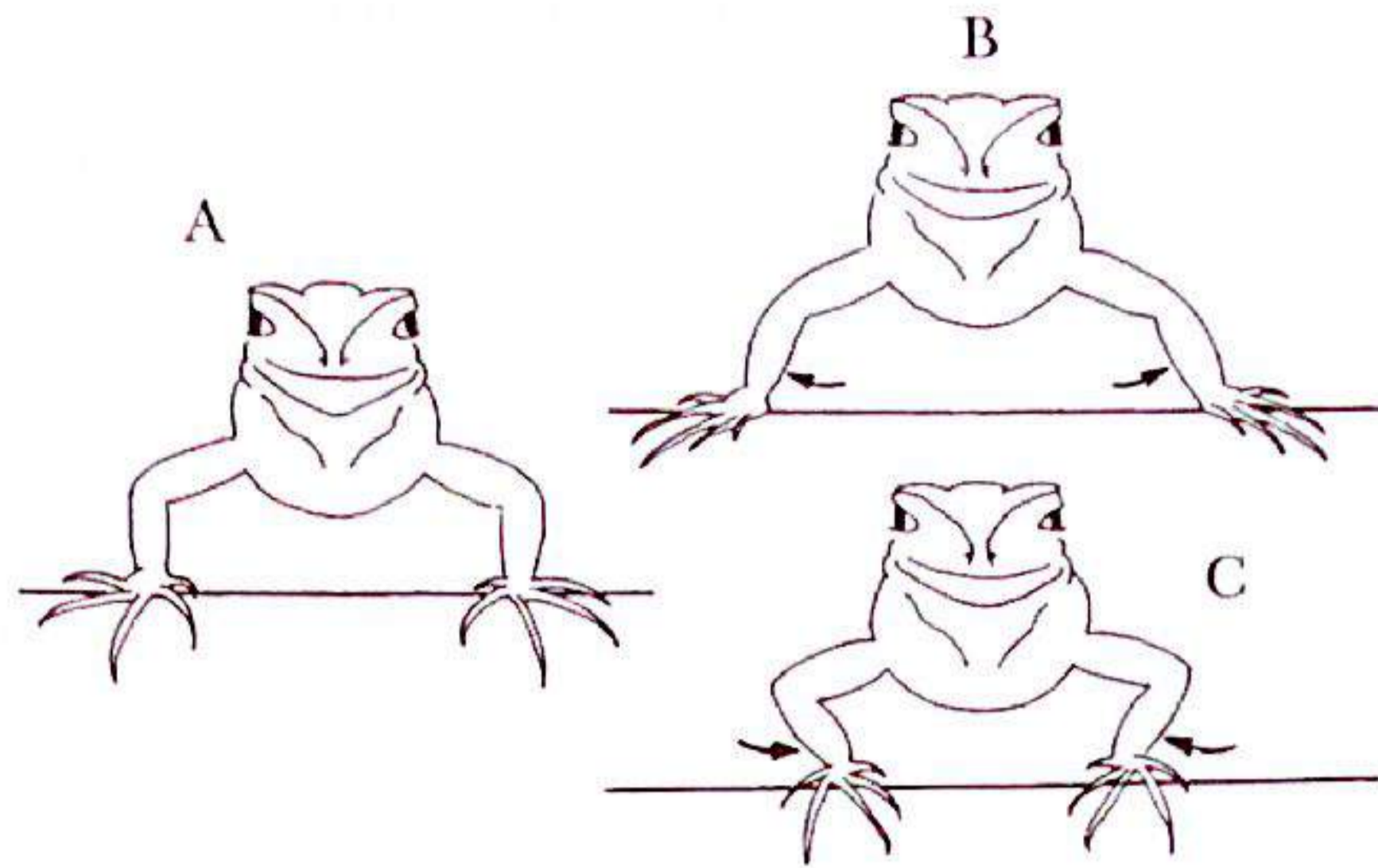


Figura 41. MOVIMENTOS DE ABDUÇÃO E ADUÇÃO dos membros anteriores em um camaleão (*Iguanidae: Enyalius iheringi*). A. Posição normal; B. Abdução; C. Adução.

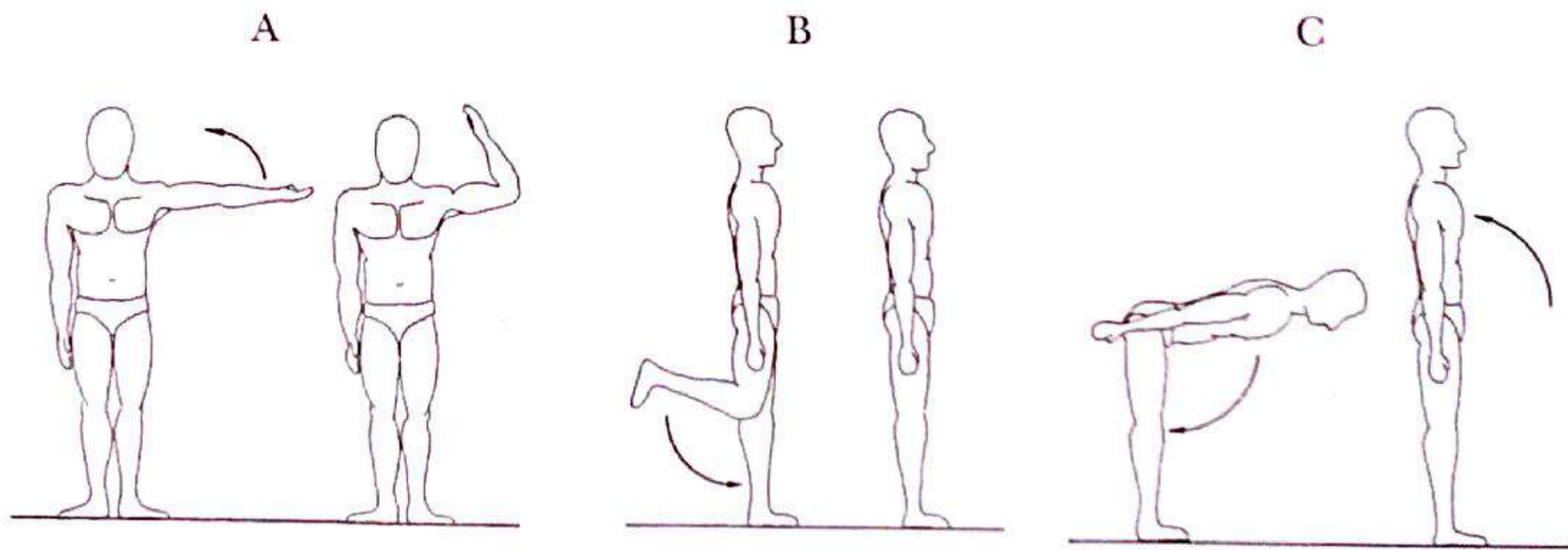


Figura 42. MOVIMENTOS DE FLEXÃO E EXTENSÃO no homem. A. Flexão do antebraço; B. Extensão da perna; C. Flexão e extensão do tronco.

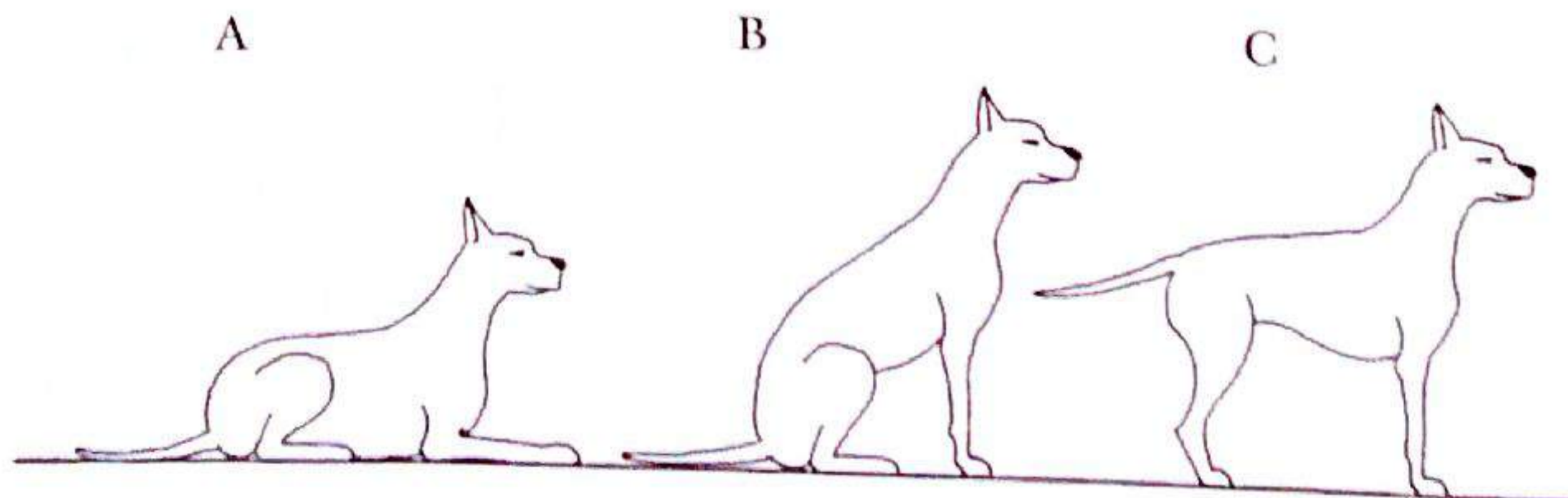


Figura 43. MOVIMENTOS DE FLEXÃO E EXTENSÃO dos membros anteriores e posteriores em um cão (*Canis familiaris*). A. Membros anteriores e posteriores flexionados; B. Membros posteriores flexionados e anteriores estendidos; C. Membros anteriores e posteriores estendidos.

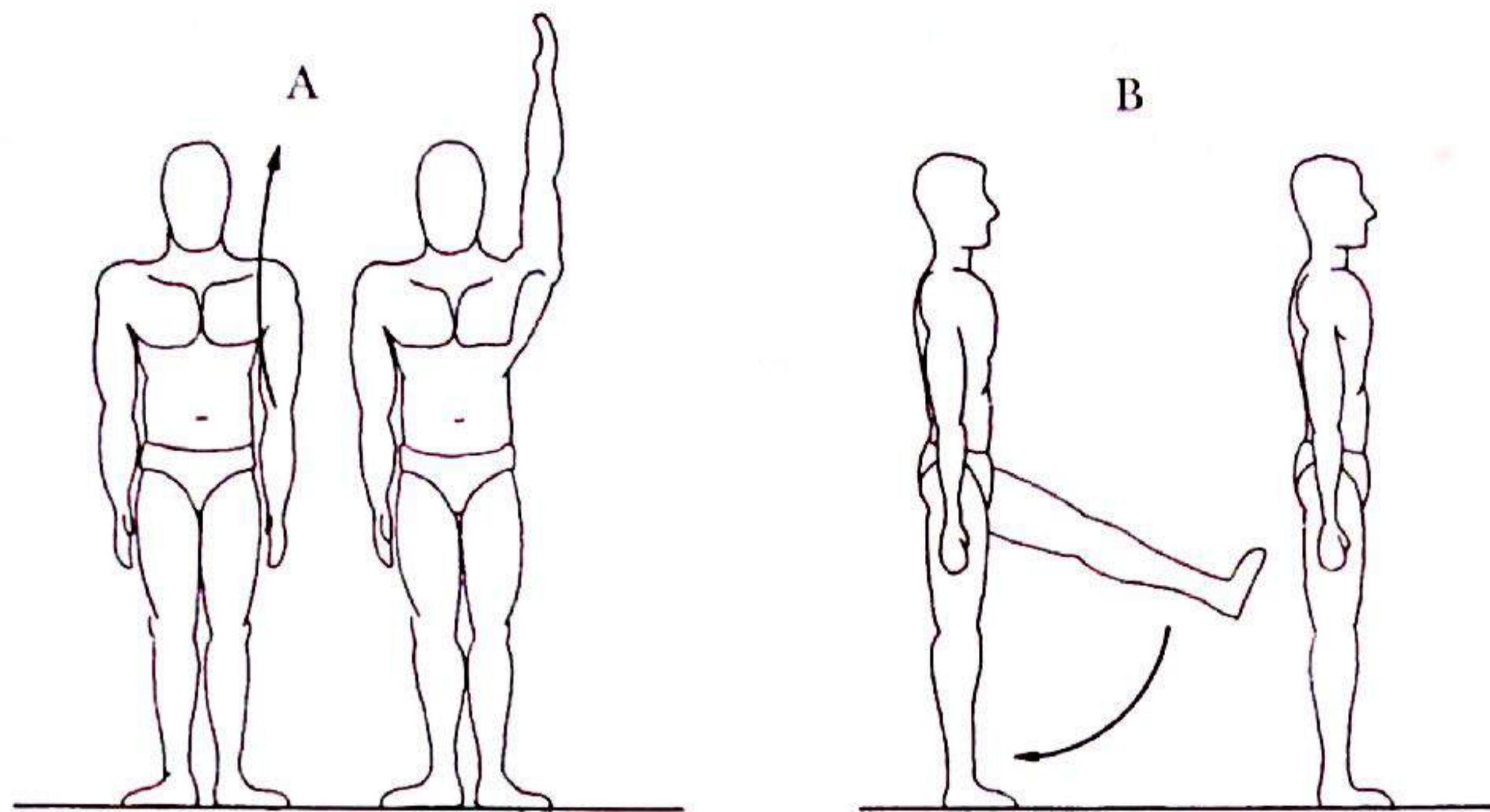


Figura 44. MOVIMENTOS DE ELEVAÇÃO E DEPRESSÃO no homem. A. Elevação do braço; B. Depressão da perna.

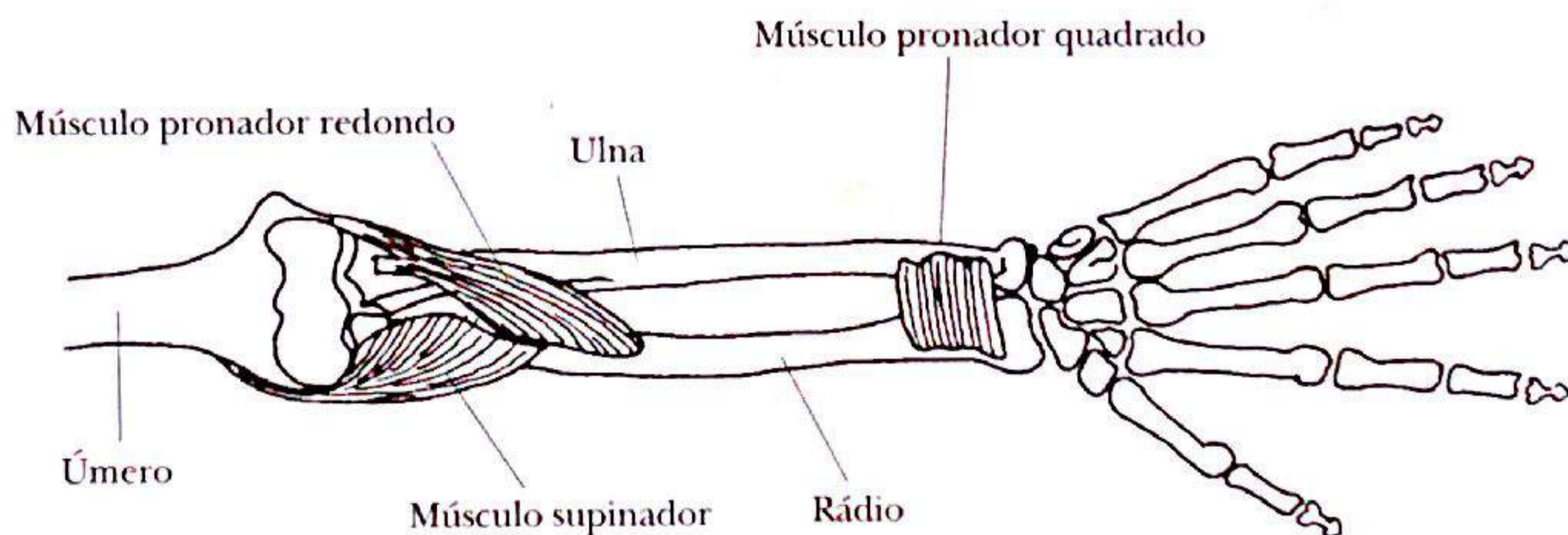


Figura 45. MÚSCULOS SUPINADORES E PRONADORES do membro anterior do homem em vista anterior.

- depressor – antagônico ao anterior; abaixa uma parte do corpo (Fig. 44B);
- supinador – promove um movimento de rotação da mão voltando a palma para cima (Fig. 45);
- pronador – promove um movimento de rotação da mão, contrário ao caso anterior, isto é, volta a palma da mão para baixo (Fig. 45).
- músculos modificados – os órgãos elétricos são músculos modificados onde as células musculares, em vez de se contrair, geram um campo elétrico polarizado. Podem ser observados em certos Elasmobranchii (ex.: *Narcine brasiliensis* – treme-treme) e Teleostei (ex.: *Electrophorus electricus* – poraquê).

15.3. OBSERVAÇÃO DA MUSCULATURA EM QUATRO VERTEBRADOS

Após a exposição da musculatura dos quatro animais, realizar as comparações descritas em seguida.

15.3.1. TELEOSTEI – Curimbatá (Fig. 69)

I. Musculatura do tronco e da cauda

Cada miômero tem a forma de um “W”, dada pelos miosseptos que separam cada conjunto de fibras carnosas, com seus dois vértices laterais dirigidos caudalmente. Pelo vértice mediano do “W” passa um septo de tecido conjuntivo, segundo um plano frontal, que separa as musculaturas do tronco e da cauda em musculaturas epaxial e hipo-axial. Observar a orientação das fibras carnosas e onde elas se fixam, deduzindo o tipo de movimento que resulta da contração de um conjunto de miômeros.

II. Musculatura da cabeça

Observando os músculos da face lateral da cabeça, identificar pelo menos um músculo que promove o fechamento da boca.

III. Musculatura das nadadeiras pares

Identificar os músculos que afastam as nadadeiras peitorais e pélvicas do corpo, ou seja, aqueles que promovem o movimento de abdução.

15.3.2. AMPHIBIA – Rã

I. Musculatura do tronco (Figs. 72 e 73)

Com o desenvolvimento dos membros anteriores e posteriores nos tetrápodes, a musculatura do tronco perde, em parte, seu aspecto inicialmente segmentar. A musculatura epaxial restringe-se apenas à região dorsal, como músculos associados à coluna vertebral. A musculatura hipo-axial é a mais desenvolvida. Localizar qual dos músculos desta última mantém um aspecto segmentar. Localizar os músculos oblíquos externos, observando a orientação de suas fibras. Abaixo destes, situam-se os músculos oblíquos internos cujas fibras orientam-se em outra direção. Qual a função desse conjunto de músculos?

II. Musculatura da cabeça (Fig. 74)

Localizar pelo menos um músculo que promove o fechamento da boca e um que promove a sua abertura. Localizar o músculo milo-hioídeo. Qual a sua função?

III. Musculatura dos membros anteriores e posteriores (Figs. 72 e 73)

Observar a complexidade dos feixes musculares que promovem os diferentes movimentos dos membros. Localizar os músculos sartório, tríceps do fêmur e gastrocnêmio nos membros posteriores. Quais os movimentos que esses músculos promovem? Observar o tendão de Aquiles. Qual sua função?

15.3.4. AVES – Pombo-doméstico (Figs. 80 e 81)

I. Musculatura do tronco

Tanto em aves como em mamíferos, os músculos epaxiais e hipaxiais sofrem uma redução ainda maior em volume. Nessas duas classes há um maior desenvolvimento dos músculos apendiculares.

II. Musculatura da cabeça

Em uma ave, a musculatura relacionada com os movimentos das maxilas é pouco volumosa, porém especializada quanto aos diferentes movimentos que pode executar na apreensão e na preparação do alimento. Comparar a musculatura da face lateral da cabeça do pombo-doméstico com a do rato-branco. Que músculo se origina na abertura temporal do pombo-doméstico? Qual movimento ele promove?

III. Musculatura dos membros anteriores e posteriores

No pombo-doméstico, os músculos que mais despertam a atenção são os músculos peitorais. Fazer uma incisão próximo à quilha do esterno, isolando assim o conjunto de fibras carnosas do peitoral. Observar, abaixo deste, outro músculo que também se prende ao esterno. Trata-se do supracoracóideo. Este procedimento deve ser executado com atenção para que sejam preservados os vasos que irrigam e drenam os músculos peitorais. Que movimentos estes dois músculos promovem? Qual a origem e a inserção de cada um deles?

Observar, no membro posterior, um conjunto de músculos bem desenvolvidos: semitendíneo, glúteos e sartório. Qual a importância desse conjunto de músculos na locomoção do pombo-doméstico?

15.3.4. MAMMALIA – Rato-branco (Figs. 86 e 87)

I. Musculatura do tronco

Observar o músculo reto do abdome, comparando-o com o da rã. Qual a diferença observada? Comparar o músculo peitoral do rato-branco com o do pombo-doméstico. Notar os músculos oblíquos externos. Ele são homólogos aos de mesmo nome na rã?

II. Musculatura da cabeça

A musculatura relacionada com a mastigação é bastante desenvolvida. Que músculos se originam na abertura temporal e no arco zigomático, respectivamente? Que ação têm esses músculos?

III. Musculatura dos membros anteriores e posteriores

Localizar pelo menos um músculo dos membros anteriores e um dos posteriores que sejam homólogos e análogos, respectivamente, aos do mesmo nome no pombo-doméstico.



ESQUELETO

Uma das características diagnósticas dos cordados é a presença de um esqueleto formado por tecidos conjuntivos de sustentação, que conferem forma ao corpo, alojam, protegem e servem de apoio a outros sistemas de órgãos, facilitando também suas funções. Por sua fossilização mais freqüente, e por apresentar pouca variabilidade ao nível específico, mas variação apreciável em táxons de categorias de nível hierárquico superior, o esqueleto tem sido o sistema mais utilizado para elucidar as relações filogenéticas entre os cordados. Adicionalmente, suas implicações funcionais permitem inferências sobre outros sistemas de órgãos, a ecologia e o modo de locomoção dos animais.

Nos Chordata existem três tipos básicos de tecidos de sustentação, todos de origem mesodérmica ou ectodérmica (neste último caso, a partir das cristas neurais): a notocorda, a cartilagem e o osso. A notocorda ocorre na larva ou no embrião de todos os cordados e persiste nos adultos dos Cephalochordata, nos urocordados Appendicularia, nos Agnatha, Dipneusti e Actinistia atuais e em alguns Chondrichthyes e Actinopterygii. Embora a notocorda seja substituída funcionalmente pelo centro vertebral, pode persistir como uma estrutura intercentral.

A cartilagem é uma estrutura esquelética importante nos Agnatha, nos Chondrichthyes e nos embriões de todos os vertebrados. Porém, na maioria dos adultos dos Osteichthyes e dos Tetrapoda, é amplamente substituída por osso à medida que o desenvolvimento ontogenético prossegue.

O osso é o tecido de sustentação de mais ampla ocorrência entre os vertebrados e apresenta dois modos distintos de origem. O osso dérmico, ou de membrana,

forma-se diretamente a partir de tecidos conjuntivos embrionários; o osso endocondral, ou de substituição, forma-se a partir da destruição e substituição de cartilagem preexistente.

De modo geral, e para fins didáticos, pode-se subdividir o esqueleto em dois grandes conjuntos, o esqueleto visceral e o esqueleto somático. O esqueleto visceral tem sua origem a partir de células das cristas neurais e compreende todas as estruturas cartilaginosas ou ósseas derivadas dos arcos viscerais, ou seja, o conjunto de estruturas que forma parte ou a totalidade do esqueleto das maxilas e as demais estruturas associadas aos arcos branquiais e seus derivados.

O esqueleto somático compreende o esqueleto axial – crânio, coluna vertebral e, quando presentes, costelas e esterno –, que forma o eixo de sustentação do corpo, e o esqueleto apendicular, que compreende as estruturas a ele associadas – as cinturas escapular e pélvica e os elementos esqueléticos dos apêndices pares.

O estudo da evolução do crânio permite que se compreenda como os elementos esqueléticos somáticos e viscerais, que em sua origem desempenhavam papéis bastante distintos, passaram a interagir em diferentes momentos da história evolutiva dos vertebrados.

16.1. A EVOLUÇÃO DO CRÂNIO DOS VERTEBRATA

A análise da extensa lista de características que distingue os vertebrados de seus parentes mais próximos entre os protocordados (por exemplo, especializações dos sistemas de apreensão e digestão de alimento, aumento de superfície para trocas respiratórias, desenvolvimento de um sistema circulatório fechado, origem do rim glomerular) indica que sua evolução precoce privilegiou o desenvolvimento de animais com um grau de atividade cada vez maior. Em função de seu padrão estrutural baseado na simetria bilateral – que determina um eixo preferencial para a locomoção-, passaram a ser selecionadas na região cranial do corpo estruturas sensoriais que permitissem a esses organismos exploradores obter mais prontamente as informações do ambiente, importantes para suas atividades diárias de obtenção de alimento, identificação de predadores, parceiros reprodutivos etc. O agrupamento desses órgãos sensoriais especiais certamente determinou a ampliação da quantidade de tecido nervoso na região cranial do corpo, privilegiando-a como centro de integração nervosa e contribuindo para a encefalização concomitante.

Em função da importância e da fragilidade dos tecidos que constituem o encéfalo e os órgãos sensoriais, sua origem foi acompanhada do desenvolvimento de estruturas esqueléticas que lhes proporcionam suporte e proteção.

CONDROCRÂNIO

Ventralmente ao encéfalo surgem dois pares de barras cartilaginosas que formam o assoalho do crânio. As duas mais anteriores são denominadas **trabéculas** e podem permanecer separadas ou fundir-se, formando uma placa. Essas cartilagens têm origem embrionária a partir de células das cristas neurais (ver observação a este respeito no item ESPLANCNOCRÂNIO). As duas barras posteriores são denominadas **cartilagens paracordais**, por estarem situadas lateralmente à notocorda. Durante o desenvolvimento embrionário, as cartilagens paracordais fundem-se com a porção cranial da notocorda formando a **placa basal**. Atualmente aceita-se que a placa basal tem origem segmentar, a partir dos esclerótomos dos somitos da cabeça, sendo, portanto, serialmente homóloga às vértebras.

Caudalmente ao encéfalo encontra-se o **arco occipital**, estrutura cartilaginosa que delimita o forame magno (abertura do crânio por onde passa a medula espinal). Considera-se que o arco occipital teve origem evolutiva a partir dos arcos neurais das regiões mais craniais do tronco. De fato, em alguns peixes essa região suporta pequenas costelas.

Finalmente, há pares de cápsulas cartilaginosas que envolvem órgãos sensoriais: as **cápsulas nasais** (= olfativas), unidas à porção rostral das trabéculas, as **cápsulas orbitais** (= ópticas), posicionadas caudalmente às cápsulas nasais e sem articulação com o restante do crânio, e as **cápsulas óticas** (= auditivas), que se unem à região posterior da placa basal, à frente do arco occipital.

Todas essas estruturas aparecem durante o desenvolvimento embrionário como cartilagens, sendo posteriormente substituídas por ossos endocondrais. Essa substituição foi perdida secundariamente nos Agnatha e Chondrichthyes atuais.

Os ossos originários das cartilagens acima discutidas recebem a seguinte designação nos Tetrapoda:

| | |
|-------------------|---|
| TRABÉCULAS | ESFENETMÓIDE PRÉ-ESFENÓIDE ORBITOESFENÓIDE MESETMÓIDE |
| PLACA BASAL | BASISFENÓIDE |
| ARCO OCCIPITAL | SUPRA-OCCIPITAL EXOCCIPITAL BASIOCCIPITAL |
| CÁPSULAS NASAIS | permanecem como cartilagem (etmóide) |
| CÁPSULAS ORBITAIS | esclerótica, sem ou com cartilagem, sem ou com ossificação (anel esclerótico) |
| CÁPSULAS ÓTICAS | PROÓTICO OPISTÓTICO |

Todos os elementos analisados até aqui constituem o **condrocrânio**. Essas estruturas conferem sustentação aos tecidos dos órgãos sensoriais e do encéfalo, mas não contribuem para a proteção dorsal ou lateral do encéfalo. Contudo, os primeiros vertebrados fósseis já possuíam uma resistente carapaça de ossos dérmicos ao redor de todo o corpo, aparentemente uma proteção contra predadores, como os artrópodes Eurypterida. Também na região cefálica existiam esses ossos dérmicos, e eram justamente eles que proporcionavam a proteção dorsal e lateral do encéfalo. Em função de sua origem embrionária, esta parte do crânio é denominada **dermatocrânio**.

Nos Agnatha atuais e nos Chondrichthyes, houve a redução do dermatocrânio, e o próprio condrocrânio, nesses casos, recobre dorsalmente o encéfalo.

DERMATOCRÂNIO

Na formação dos ossos dérmicos, vários centros isolados iniciam o processo de ossificação, levando à formação de ossos contíguos, primitivamente representados pelas placas ósseas que formavam as carapaças dos ostracodermes (primeiros vertebrados do registro fóssil). Na região cefálica, essas placas formam os ossos do dermatocrânio, que podem ser individualizados através das suturas.

O estudo comparativo desses ossos em diferentes grupos de vertebrados indicam ampla homologia entre todos os Tetrapoda e alguns Rhipidistia. Para fins didáticos, esses ossos são freqüentemente agrupados nas seguintes séries:

| | |
|----------------------|--|
| SÉRIE MARGINAL | PRÉ-MAXILAR - MAXILAR |
| SÉRIE CIRCUM-ORBITAL | LACRIMAL PRÉ-FRONTAL PÓS-FRONTAL PÓS-ORBITAL JUGAL SEPTOMAXILAR |
| SÉRIE MEDIANA | NASAL FRONTAL PARIETAL PÓS-PARIETAL |
| SÉRIE TEMPORAL | INTERTEMPORAL SUPRATEMPORAL TABULAR |
| SÉRIE MALAR | ESQUAMOSAL QUADRADOJUGAL |

SÉRIE PALATINA

VÔMER
 PALATINO
 ECTOPTERIGÓIDE
 PTERIGÓIDE
 PARAESFENÓIDE

SÉRIE MANDIBULAR

DENTÁRIO
 ESPLÊNIAL
 CORONÓIDE
 ANGULAR
 SUPRA-ANGULAR
 PRÉ-ARTICULAR

ESPLANCNOCRÂNIO

Já nos primeiros vertebrados, elementos esqueléticos cartilaginosos – com origem em células das cristas neurais – davam suporte aos arcos branquiais. Há evidências de que o primeiro e/ou segundo arcos perderam sua função branquial e associaram-se ao crânio, originando as trabéculas (ver *CONDROCRÂNIO*). Parte do terceiro arco, que então passou a delimitar rostralmente a faringe, associou-se à margem da abertura oral, dando sustentação às maxilas (arco maxilar). O elemento dorsal do arco maxilar (cartilagem palatoquadrado) uniu-se frouxamente ao crânio (condição denominada autodiastílica) e continuou a articular-se com o elemento ventral (cartilagem de Meckel ou mandibular). Em uma etapa posterior, o quarto arco (arco hióide) passou a promover, por meio de seu elemento mais dorsal (hiomandibular), um novo ponto de articulação do arco maxilar com o crânio (condição denominada anfistílica).

Desse modo, novas estruturas passaram a fazer parte do conjunto esquelético do crânio e, em função de sua origem visceral, recebem o nome de esplanenocrânio.

As cartilagens do esplanenocrânio são normalmente substituídas por ossos endocondrais. Fazem parte do esplanenocrânio:

CARTILAGEM

ARCO MANDIBULAR
 PALATOQUADRADO
 MECKEL (= MANDIBULAR)

ARCO HIÓIDE
 HIOMANDIBULAR

HIÓIDE

OSSO ENDOCONDRAIS

QUADRADO
 ARTICULAR
 EPIPTERIGÓIDE (= ALISFENÓIDE nos mamíferos)

HIOMANDIBULAR nos peixes
 COLUMELA nos tetrápodes
 ESTRIBO nos mamíferos

HIÓIDE

Na maioria dos Chondrichthyes e Osteichthyes atuais a maxila superior articula-se com o condrocânio e dermatocrânio exclusivamente por meio do hiomandibular (condição **hiolística**).

Já nos peixes que deram origem aos tetrápodes, os elementos do esplanocrânio fundem-se aos do condrocânio e dermatocrânio (condição **autostílica**); esta condição aparece independentemente nas quimeras (Holocephali).

Nos Tetrapoda, os arcos branquiais remanescentes perdem sua função respiratória, permanecem cartilagosos e se associam a estruturas localizadas próximas à faringe, dando origem, por exemplo, a estruturas do aparelho hióide e da laringe.

16.2. A EVOLUÇÃO DO CRÂNIO DOS CHELONIA, CROCODYLIA E SQUAMATA

Praticamente todos os ossos mencionados até agora encontram-se presentes nos anfíbios do Paleozóico (Fig. 46) e nos Anthracosauria, o grupo-irmão dos amniotas. Nos grupos de répteis de mais antiga divergência, desaparecem os ossos intertemporal, tabular e pós-parietal, porém o crânio ainda permanece solidamente ossificado, não apresentando outros orifícios além dos nasais e orbitais. A partir de animais com essa condição primitiva, sem aberturas temporais laterais, denominada **anápsida** (Fig. 47), conservada ainda hoje com poucas modificações nos quelônios, originaram-se dois grupos de répteis que passaram a apresentar, convergentemente, aberturas na região temporal do crânio. O desenvolvimento e ampliação dessas aberturas permitiu paulatinamente o desenvolvimento de uma união mais firme da musculatura de adução mandibular com o crânio e o aumento do volume dessa musculatura, em resposta a pressões seletivas associadas com a especialização à dieta insetívora. Com base no número e na posição das aberturas temporais, os crânios desses animais são denominados **sinápsidos** ou **diápsidos**.

Os crânios com a condição **sinápsida** são caracterizados por uma abertura temporal inferior, limitada ventralmente por uma barra óssea formada pelo jugal e pelo quadradojugal. Esse tipo de crânio é encontrado na linhagem de répteis fósseis que deu origem aos mamíferos.

O crânio com a condição **diápsida** apresenta duas aberturas temporais, uma superior e outra inferior. Entre essas duas aberturas, situa-se a barra temporal superior, formada pelos ossos pós-orbital e esquamosal. Ventralmente à abertura inferior situa-se a barra temporal inferior, formada pelos ossos jugal e quadradojugal. Esse tipo de crânio é encontrado atualmente nos Rhynchocephalia e Crocodylia. Répteis que apresentam esse padrão primitivo deram origem às Aves e a grupos fósseis denominados, nas classificações antigas, **euriápsidos** e **parápsidos**. Nos Squamata, houve modificações im-

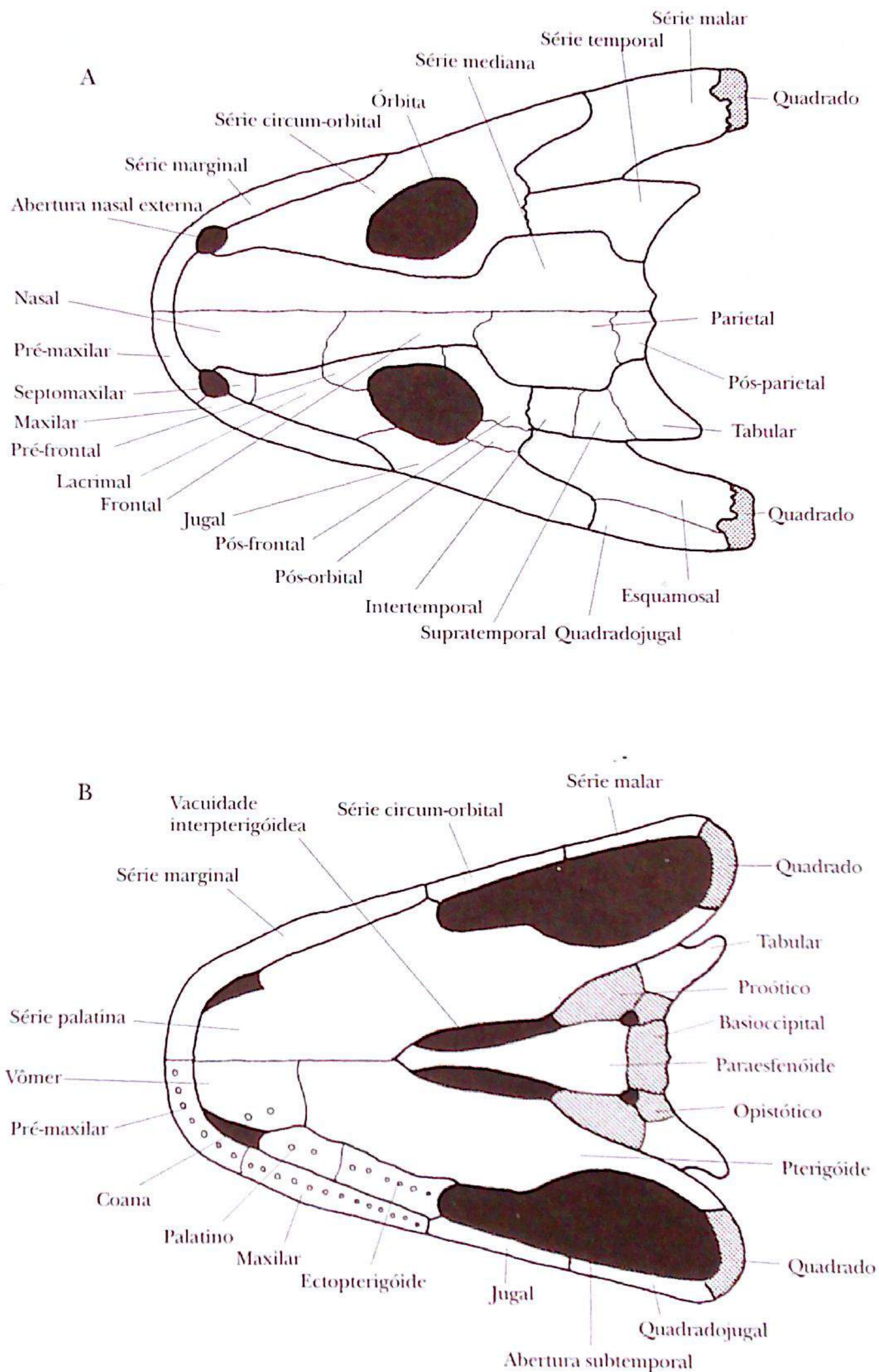


Figura 46. CRÂNIO DE UM TETRÁPODE PRIMITIVO representado esquematicamente. A. Vista dorsal; B. Vista ventral. A metade superior das figuras mostra os limites das séries ósseas; na metade inferior, todos os ossos encontram-se representados. Os ossos sombreados são ossos de substituição e os restantes são ossos de membrana (modificado de KING & CUSTANCE, 1982).

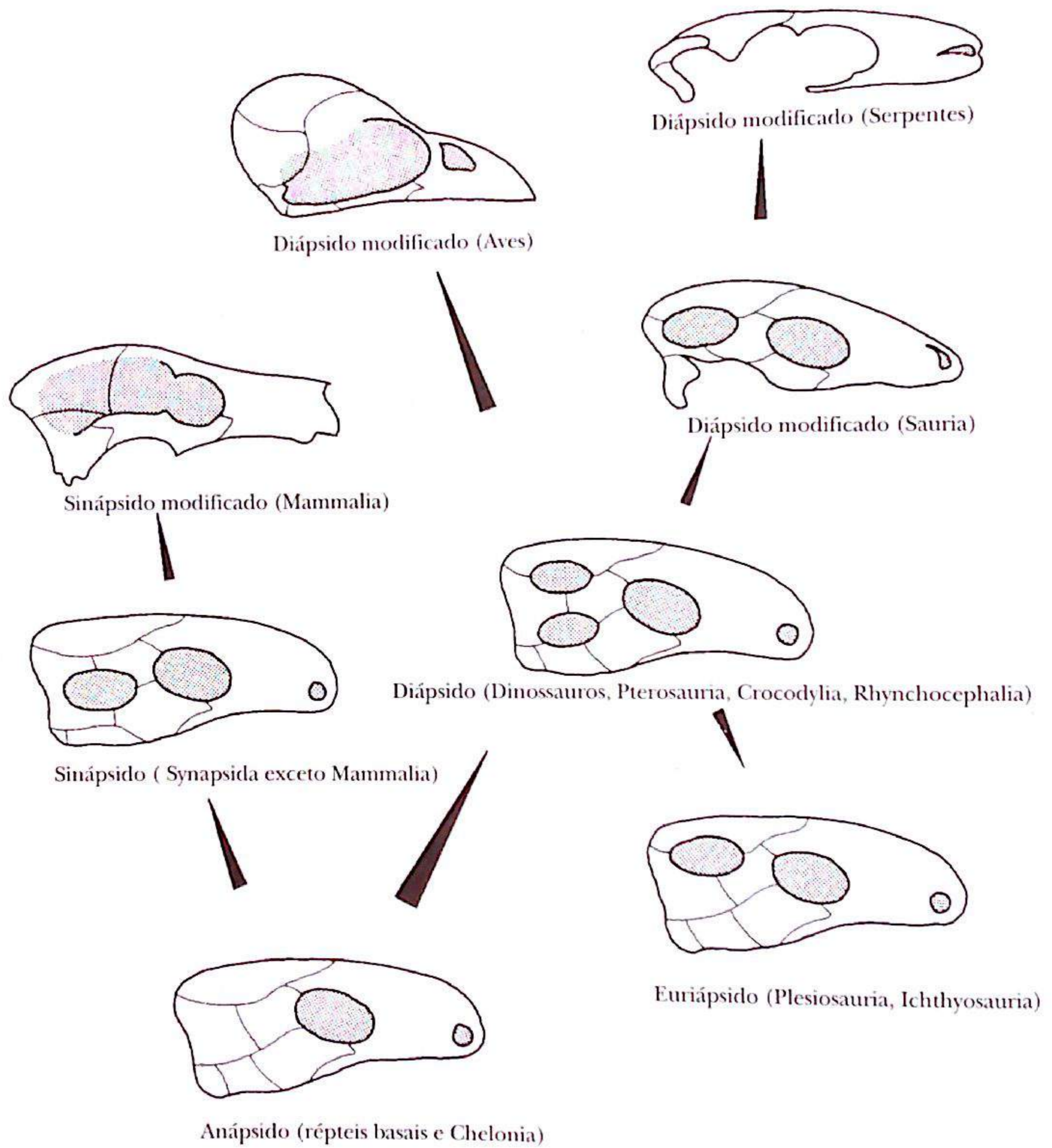


Figura 47. EVOLUÇÃO DO PADRÃO DAS ABERTURAS TEMPORAIS NOS CRÂNIOS DOS AMNIOTA.

portantes a partir da condição diápsida típica: nos lagartos, a perda do quadrado-jugal levou ao desaparecimento da barra temporal inferior, e nas serpentes, além desta, a barra temporal superior também foi perdida, permitindo maior abertura da boca, de modo a facilitar a ingestão de presas de maior tamanho.

Outra importante modificação do crânio observável em alguns répteis atuais refere-se à formação de um palato secundário, constituído por placas horizontais da parte medial de ossos como os pré-maxilares, maxilares, palatinos e pterigóides. Essas placas cobrem as coanas primitivas, deslocando-as caudalmente em maior ou menor grau. Nos Crocodylia as coanas localizam-se na altura dos ossos pterigóides, ao passo que nos Chelonia situam-se mais rostralmente, na altura do vômer. Nos Squamata, o deslocamento das coanas é propiciado por dobras da mucosa bucal, sem a participação de ossos.

Os répteis apresentam apenas um côndilo occipital formado pelo basioccipital e pelos dois exoccipitais. Na maioria desses animais, os dois ramos da mandíbula são firmemente articulados entre si na extremidade rostral e, por vezes, completamente fundidos. Entre os dois ramos da mandíbula das serpentes, contudo, existe um ligamento que permite o afastamento dos mesmos durante a deglutição. Este é outro mecanismo que permite a ingestão de presas de maior porte.

A mandíbula articula-se, por intermédio do osso articular, com o quadrado, que se encontra incorporado à caixa craniana. Definem-se dois tipos de suspensão do quadrado, em função de seu grau de ligação com os ossos da caixa craniana:

- **monimostilia** – condição plesiomórfica. O quadrado encontra-se firmemente articulado com os ossos vizinhos e é fixo. Rhynchocephalia, Chelonia e Crocodylia são monimostílicos, assim como Amphibia e Mammalia;

- **estreptostilia** – condição apomórfica. Com a perda da barra temporal inferior nos Sauria e das duas barras temporais em serpentes, o quadrado é frouxamente articulado com os ossos vizinhos e é móvel. Lagartos e serpentes são estreptostílicos. As aves também apresentam esta condição, embora não em função da perda da barra temporal inferior; nelas, a barra jugal (formada pelos ossos jugal e quadradojugal) é delgada e articula-se com o osso quadrado.

16.3. A EVOLUÇÃO DO CRÂNIO DOS MAMMALIA

Ao longo da evolução dos répteis Synapsida e até a origem dos mamíferos, as aberturas temporais, inicialmente pequenas, ampliaram-se em direção à linha mediana dorsal do crânio, permitindo um maior desenvolvimento da musculatura temporal. A barra óssea que delimitava ventralmente essa abertura era formada inicialmente pelo jugal e quadradojugal; com o desaparecimento deste último ao

longo da evolução do grupo, a barra passa a ser formada pelo jugal e esquamosal, recebendo o nome de arco zigomático. Em alguns grupos de mamíferos atuais, esse arco pode ser incompleto.

Uma característica do crânio dos mamíferos é o aumento da capacidade craniana em relação à de outros vertebrados, relacionado com o desenvolvimento do encéfalo. Há forte união entre os ossos do crânio, com exceção da mandíbula, do hióide e dos ossículos do ouvido médio. Existem dois côndilos occipitais, formados principalmente pelos exoccipitais.

A barra pós-orbital perdeu-se nos mamíferos ancestrais, mas reapareceu em diversos grupos. Nos Haplorhini (Primates) forma-se uma parede óssea completa (placa pós-orbital) entre a órbita e a abertura temporal.

As narinas são fundidas, existindo apenas uma abertura externa no crânio. Nos animais com focinho móvel (anta), com probóscide (elefante) e nos aquáticos (Cetacea e Sirenia) a abertura externa das narinas apresenta posição mais posterior. No interior das fossas nasais surgem os ossos turbinados. O etmóide apresenta a placa crivada, atravessada pelos filetes do trato olfativo.

Na linha mediana dorsal do crânio de vários mamíferos (por exemplo, maioria dos Didelphidae, Insectivora, Chiroptera, Carnivora) existe uma crista sagital onde se originam os músculos temporais. Na margem caudal do teto do crânio pode ocorrer uma crista occipital externa, onde se inserem músculos e ligamentos que sustentam a cabeça.

O crânio dos mamíferos apresenta palato secundário. O palato mole recobre o palato secundário, deslocando as coanas ainda mais posteriormente.

A columela modificou-se e é denominada estribo, permanecendo como o ossículo mais proximal do ouvido médio. O quadrado e o articular migraram para o interior do ouvido médio, sendo denominados, respectivamente, bigorna e martelo.

A mandíbula é formada apenas pelo osso dentário. A articulação entre o crânio e a mandíbula é feita pelo osso esquamosal e pelo processo condilar do dentário.

Uma comparação entre os ossos presentes nos crânios dos répteis e mamíferos é apresentada na Tabela V.

Tabela V. COMPARAÇÃO ENTRE OS OSSOS DO CRÂNIO DE UM RÉPTIL NÃO-ESPECIALIZADO E DE MAMÍFEROS. Os ossos nos campos claros são dérmicos; os demais são ossos endocondrais.

| REPTIL | MAMÍFERO |
|---|--|
| pré-maxilar | pré-maxilar |
| maxilar | maxilar |
| jugal | jugal (= malar) |
| quadrojugal | |
| nasal | nasal |
| lacrimal | lacrimal |
| pré-frontal | |
| frontal | frontal |
| pós-frontal | |
| pós-orbital | |
| parietal | parietal |
| interparietal | interparietal |
| esquamosal | esquamosal |
| septomaxilar | |
| supratemporal | |
| dois vômeres | um vômer (dois vômeres fundidos) |
| palatino | palatino |
| pterigóide | pterigóide |
| ectopterigóide (= transverso) | |
| epiterigóide (= <i>columella cranii</i>) | alisfenóide |
| quadrado | bigorna |
| paraesfenóide | |
| basisfenóide | basisfenóide (com sela túrcica) |
| esfenetmóide | pré-esfenóide + orbitoesfenóide |
| mesetmóide | mesetmóide (septo internasal - etmóide) (placa cribiforme) |
| proótico + opistótico | periótico (= petroso) |
| supra-occipital | supra-occipital |
| exoccipital | exoccipital |
| basioccipital | basioccipital |
| <i>columella auris</i> | estribo |
| dentário | dentário |
| angular | timpânico (bula timpânica simples) |
| endotimpânico | |
| articular | martelo |
| esplénial | |
| supra-angular | |
| coronóide | |
| pré-articular | |
| hióide | hióide |

PERIÓTICO + ESQUAMOSAL + TIMPÂNICO = TEMPORAL dos Primates
 ENDOTIMPÂNICO + TIMPÂNICO = bula timpânica composta

16.4. O ESQUELETO PÓS-CRANIANO DOS AMNIOTA

O surgimento de nadadeiras pares quando da origem dos Gnathostomata e a conquista do ambiente terrestre pelos anfíbios permitiram a evolução subsequente de modos especializados de locomoção aquática e terrestre. Desse modo, representam os dois principais eventos que levaram a alterações importantes do esqueleto pós-craniano dos vertebrados.

A maior parte das estruturas esqueléticas que podem ser encontradas nos esqueletos dos Amniota encontra-se relacionada a seguir.

ESQUELETO AXIAL

COLUNA VERTEBRAL

Região Cervical (1ª vértebra = atlas; 2ª vértebra = áxis)

Região do Tronco (dividida em Torácica e Lombar nos Mammalia)

Região Sacral (pelo menos duas vértebras)

Região Caudal

COSTELAS

(origem nas costelas dorsais dos peixes)

Segmento principal (= costelas vertebrais)

Costelas esternais (ossificadas em Aves)

ESTERNO

Unido às costelas torácicas mais craniais

Com quilha em Aves

Segmentar (cerca de seis segmentos ósseos ou esternebras) em Mammalia

ESQUELETO APENDICULAR: cinturas

CINTURA ESCAPULAR

Clavícula (fúrcula em Aves; perdida em alguns Mammalia)

Interclavícula (em répteis e Monotremata; fundida à fúrcula em algumas Aves)

Escápula

Pré-coracóide (em Monotremata, répteis e Aves)

Coracóide (em Monotremata e reduzido ao processo coracóide da escápula dos outros Mammalia)

CINTURA PÉLVICA

Ílio (dorsal, articulado a pelo menos duas vértebras)

Púbis (cranial)

Ísquio (caudal)

obs.: quando os três estão fundidos, o osso resultante é o "osso inominado"

Acetábulo (região de articulação com o fêmur)

Forame obturatório (bem desenvolvido em Mammalia)

Osso Epipubiano ou Marsupial (em Monotremata e Metatheria)

ESQUELETO APENDICULAR: membros**MEMBRO ANTERIOR**

Úmero
Rádio
Ulna
Carpó
Metacarpo
Falanges

MEMBRO POSTERIOR

Fêmur
Tíbia
Fíbula
Tarso
Metatarso
Falanges

DERIVADOS DO ESQUELETO VISCERAL**APARELHO HIÓIDE**

Sustentação da língua

OUVIDO MÉDIO

Columela (= estribo em Mammalia)
Bigorna (só em Mammalia)
Martelo (só em Mammalia)

OUTROS ELEMENTOS ESQUELÉTICOS**OSSOS SESAMÓIDES**

Ex.: rótula

BÁCULO

No pênis de alguns Mammalia (ex.: Rodentia, Carnivora, Chiroptera)

ANEL ESCLERÓTICO

Na órbita dos Diapsida

OSTEODERMOS

No tegumento dos Crocodylia, de alguns Sauria e dos Dasypodidae (Mammalia)

GASTRÁLIA

Costelas abdominais (ex.: Crocodylia, *Archaeopteryx*)

Objetivos

- Reconhecer as principais características dos crânios de Chelonia, Crocodylia, Sauria, Serpentes e Mammalia.
- Analisar crânios de répteis atuais procurando compreender as transformações ocorridas quanto às aberturas temporais.
- Reconhecer os ossos do crânio de um mamífero, compreendendo as transformações ocorridas a partir do padrão reptiliano.
- Reconhecer os tipos de articulações craniomandibulares e os tipos de dentes molariformes de diferentes espécies de mamíferos, associando-os a seus hábitos alimentares.
- Estudar comparativamente o esqueleto pós-craniano dos vertebrados, caracterizando-o e associando suas adaptações ao modo de locomoção dos diferentes grupos.

16.5. ESTUDO DO CRÂNIO DE RÉPTEIS BRASILEIROS ATUAIS

Proceder às observações relacionadas abaixo.

Chelonia (Figs. 48 e 49)

O crânio é anápsido.

Faltam os seguintes ossos: lacrimal, epipterigóide, ectopterigóide (= transverso); nas tartarugas atuais o nasal ocorre apenas na família Chelidae.

Na série circum-orbital desaparece um elemento: segundo alguns autores, o pós-frontal, segundo outros, o pós-orbital.

Palato secundário presente, porém pouco desenvolvido.

Dentes ausentes e bico córneo presente.

Crânio monimostílico.

Crocodylia (Figs. 50 e 51)

O crânio é diápsido. No gênero *Paleosuchus*, a abertura temporal superior tende a se fechar.

Falta o epipterigóide.

Palato secundário bem desenvolvido.

Dentes tecodontes (implantados em alvéolos).

Crânio monimostílico.

Poliodontes (grande número de dentes).

Subheterodontes (dentes grandes e pequenos).

Oligofiodontes (poucas dentições).

Sauria (Figs. 52 e 53)

O crânio é diápsido.

Falta o quadradojugal; portanto, falta a barra temporal inferior e a abertura temporal inferior é aberta ventralmente.

Palato secundário ósseo ausente.

Dentes pleurodontes (alvéolo incompleto e implante feito por tecido conjuntivo).

Crânio estreptostílico.

Serpentes (Figs. 54 e 55)

O crânio é diápsido.

Faltam os seguintes ossos: lacrimal, jugal, quadradojugal, pós-orbital, epipterigóide.

Faltam as duas barras temporais, sendo a parte látero-caudal do crânio completamente aberta.

Palato secundário ausente.

Dentes pleurodontes.

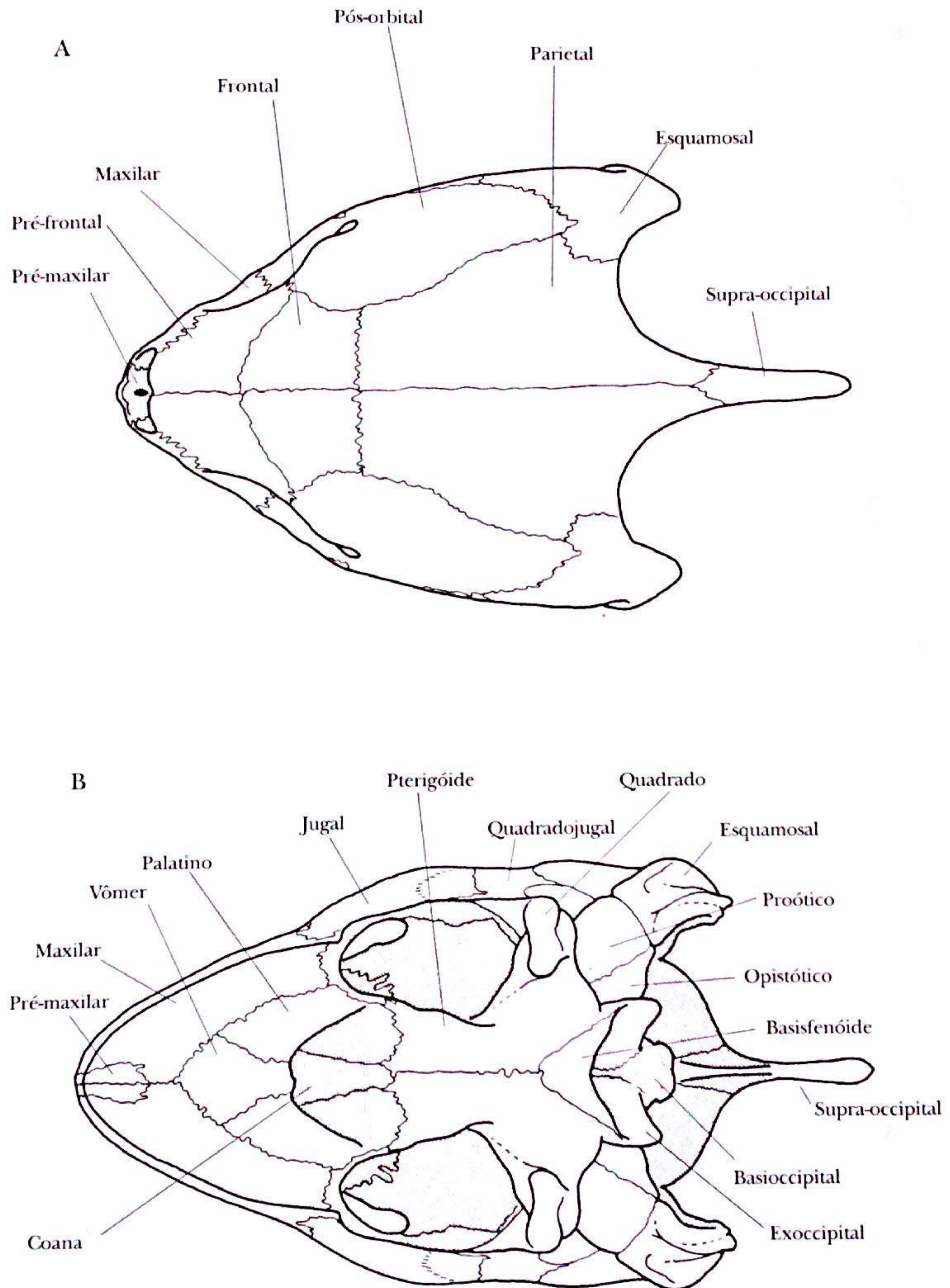


Figura 48. CRÂNIO DE TARTARUGA-MARINHA (*Chelonia mydas*). A. Vista dorsal; B. Vista ventral.

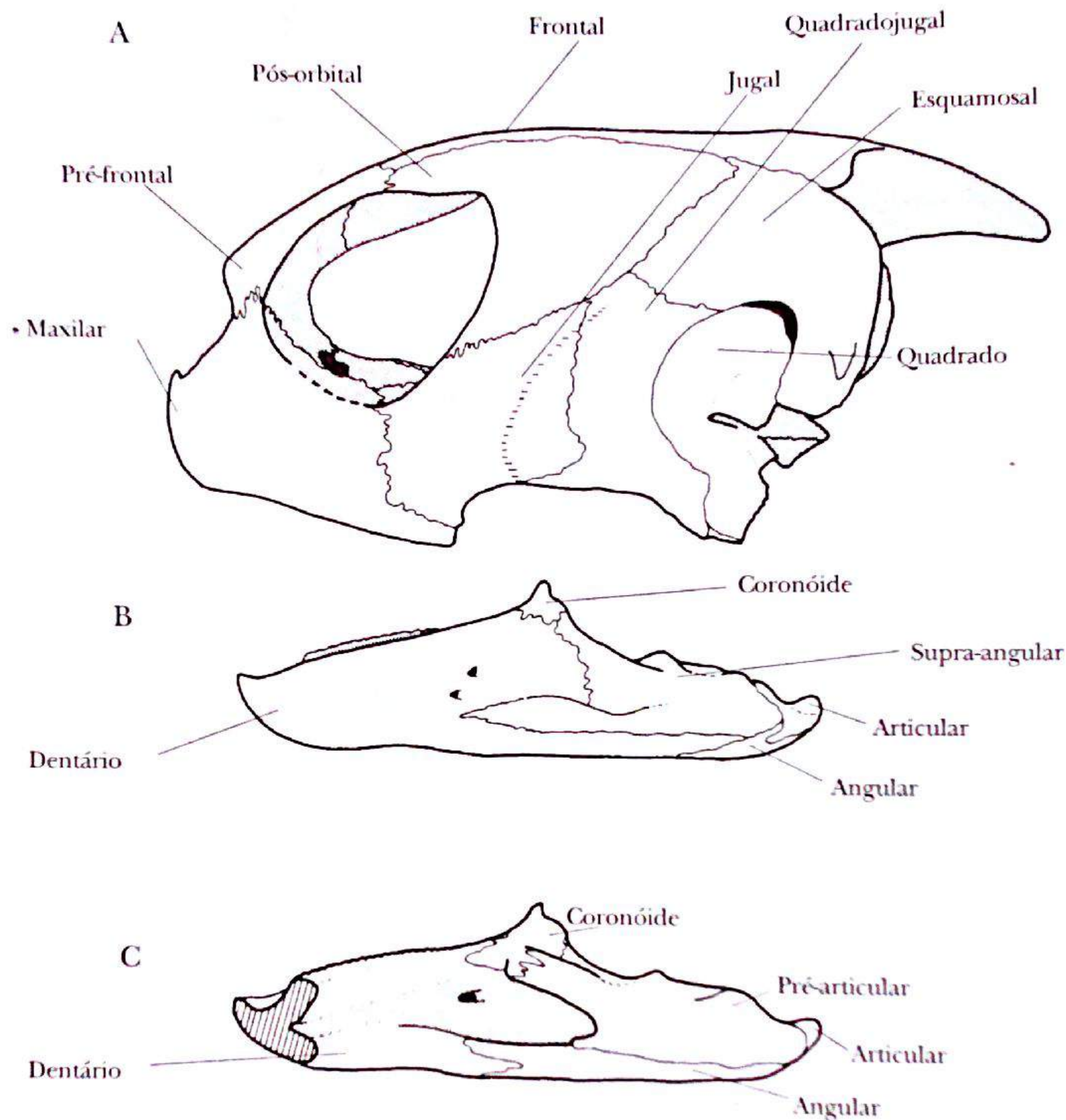


Figura 49. CRÂNIO E MANDÍBULA DE TARTARUGA-MARINHA (*Chelonia mydas*). A. Vista lateral do crânio; B. Vista lateral da mandíbula; C. Vista medial da mandíbula.

Crânio estreptostílico.

Não há sínfise mandibular.

16.6. ARTICULAÇÃO ENTRE O CRÂNIO E A MANDÍBULA NOS MAMÍFEROS

Identificar os tipos de articulações craniomandibulares presentes nos mamíferos (descrições abaixo), associando-as ao tipo de mastigação presente em cada grupo.

Cilíndrica – No esquamosal existe uma canaleta cilíndrica paralela ao eixo rostro-caudal do crânio. Assim, o dentário só pode correr ao longo do eixo rostro-caudal. Ex.: Rodentia.

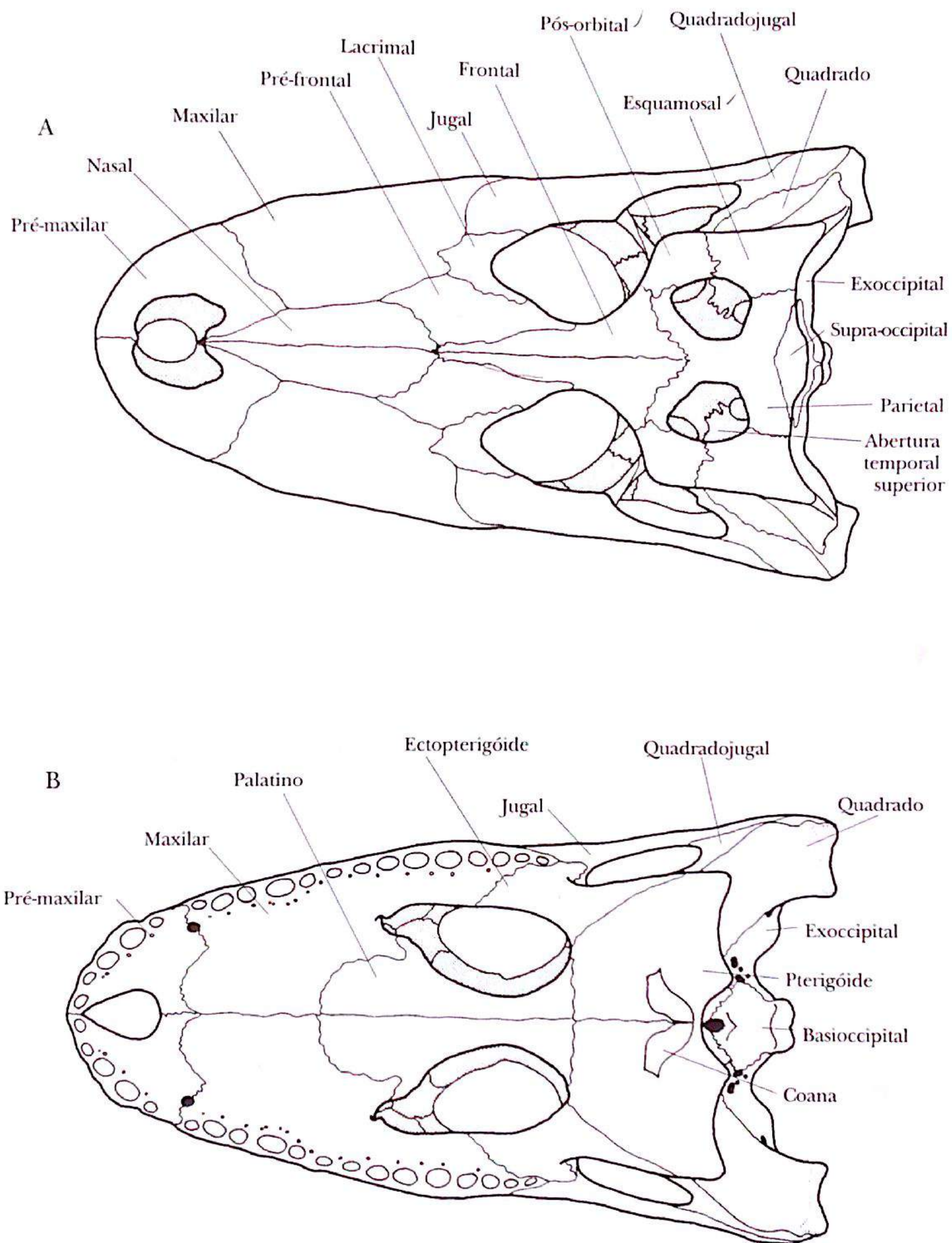


Figura 50. CRÂNIO DE JACARÉ (*Caiman latirostris*). A. Vista dorsal; B. Vista ventral.

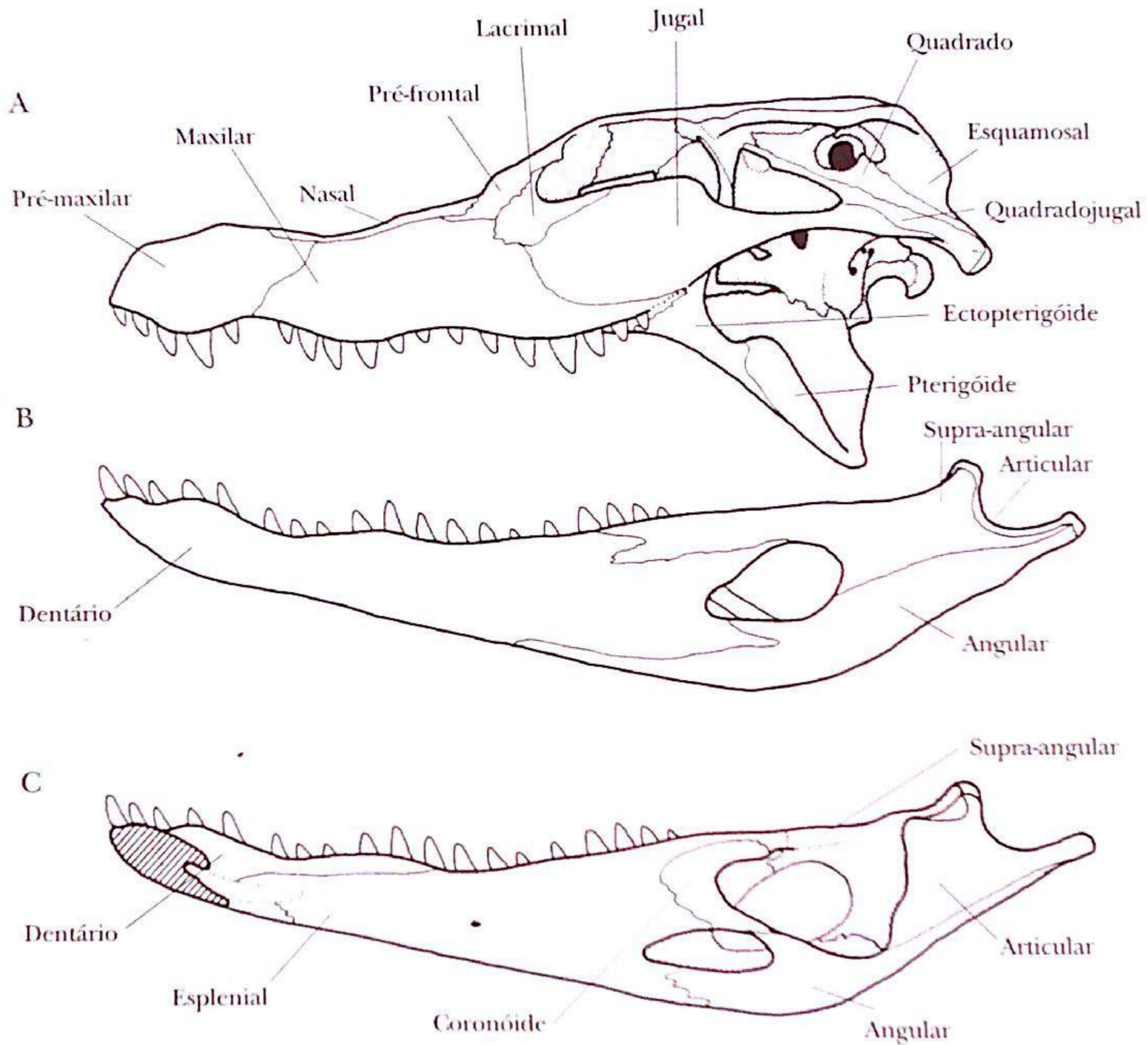


Figura 51. CRÂNIO E MANDÍBULA DE JACARÉ (*Caiman latirostris*). A. Vista lateral do crânio; B. Vista lateral da mandíbula; C. Vista medial da mandíbula.

Transversal – No esquamosal existe uma canaleta cilíndrica transversal. O único movimento possível é o de deprimir e elevar a mandíbula, ou seja, o movimento de abrir e fechar a boca. Esse tipo de articulação é denominada gínglimóide. Ex.: Carnívora.

Plana – A região de articulação permite movimentos giratórios entre o dental e o esquamosal. Ex.: ungulados.

16.7. TIPOS DE DENTES MOLARES NOS MAMÍFEROS

Analisar a diversidade de tipos de dentes presentes em crânios de várias Ordens de mamíferos, associando-os ao tipo de articulação craniomandibular e ao tipo de dieta.

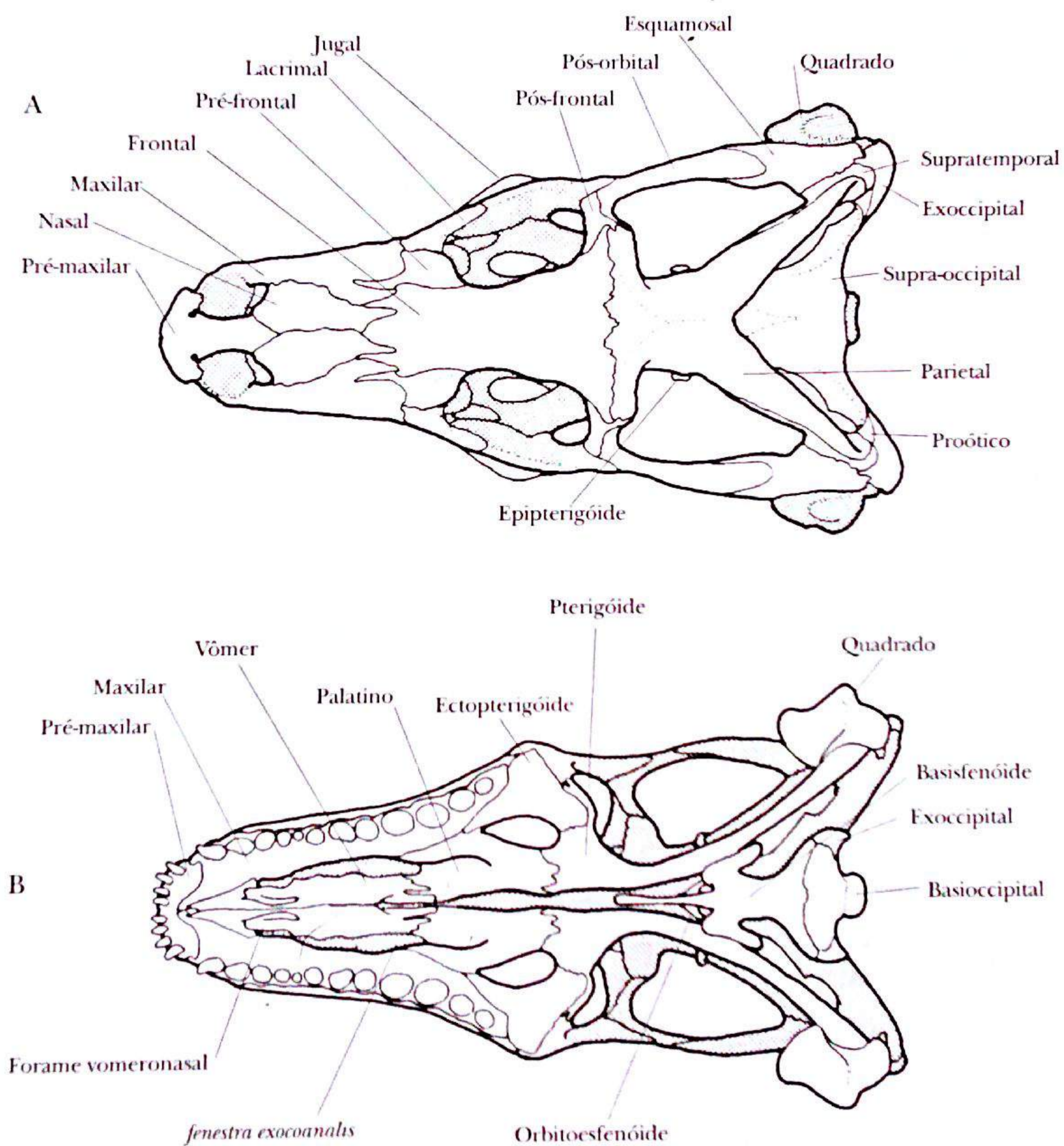


Figura 52. CRÂNIO DE TEIÚ (*Tupinambis teguixin*). A. Vista dorsal; B. Vista ventral.

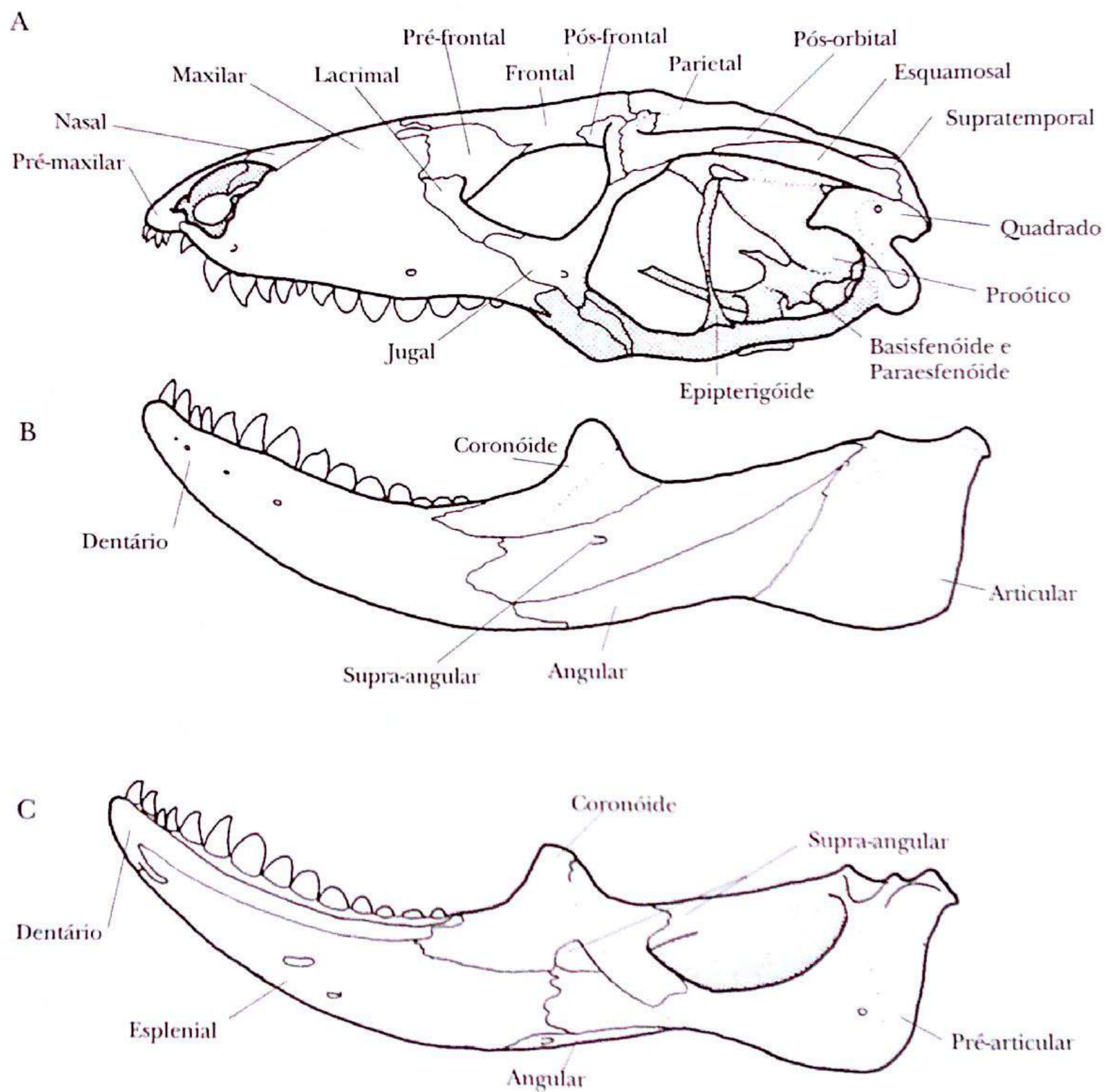


Figura 53. CRÂNIO E MANDÍBULA DE TEIÚ (*Tupinambis teguixin*). A. Vista lateral do crânio; B. Vista lateral da mandíbula; C. Vista medial da mandíbula.

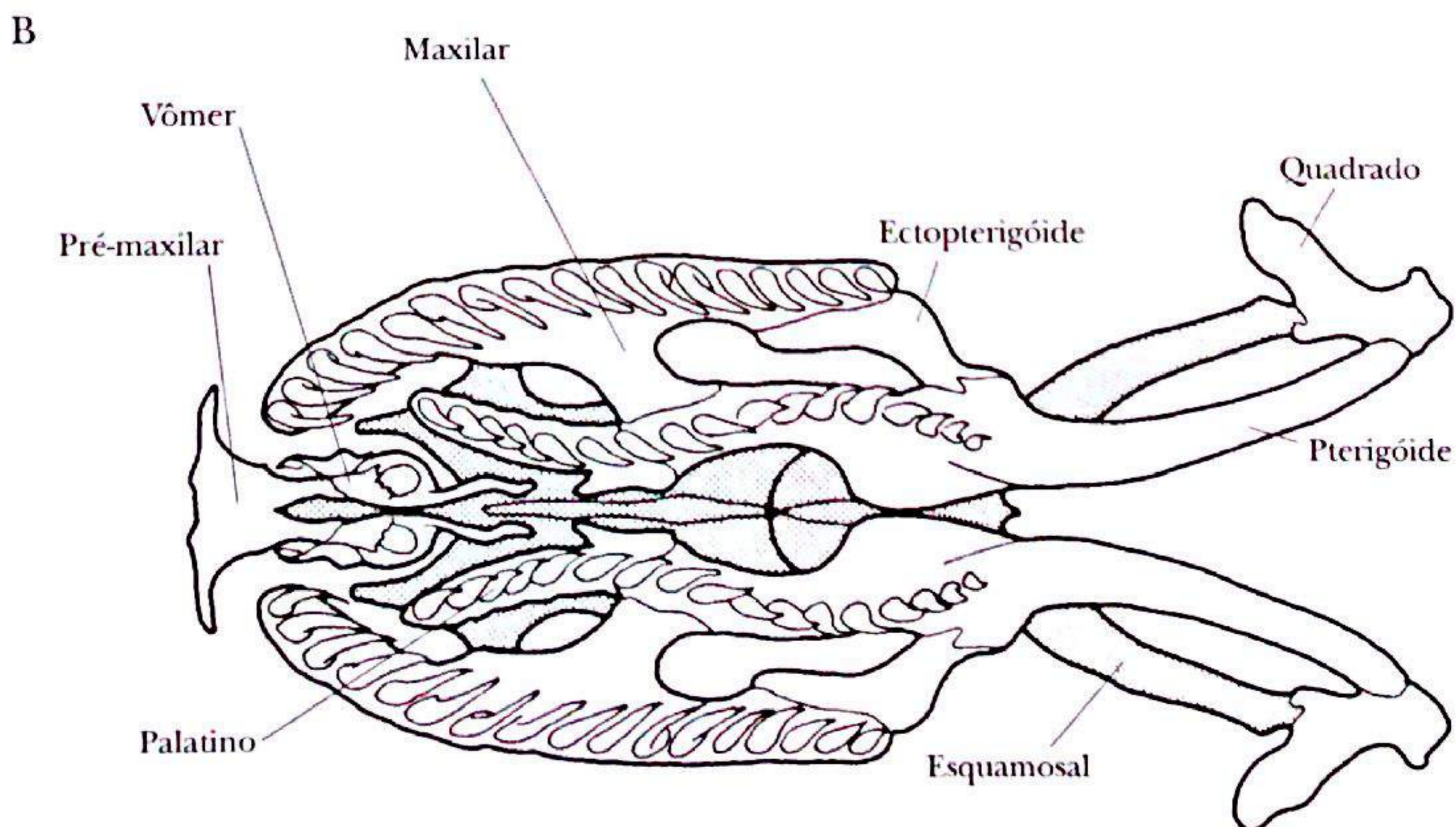
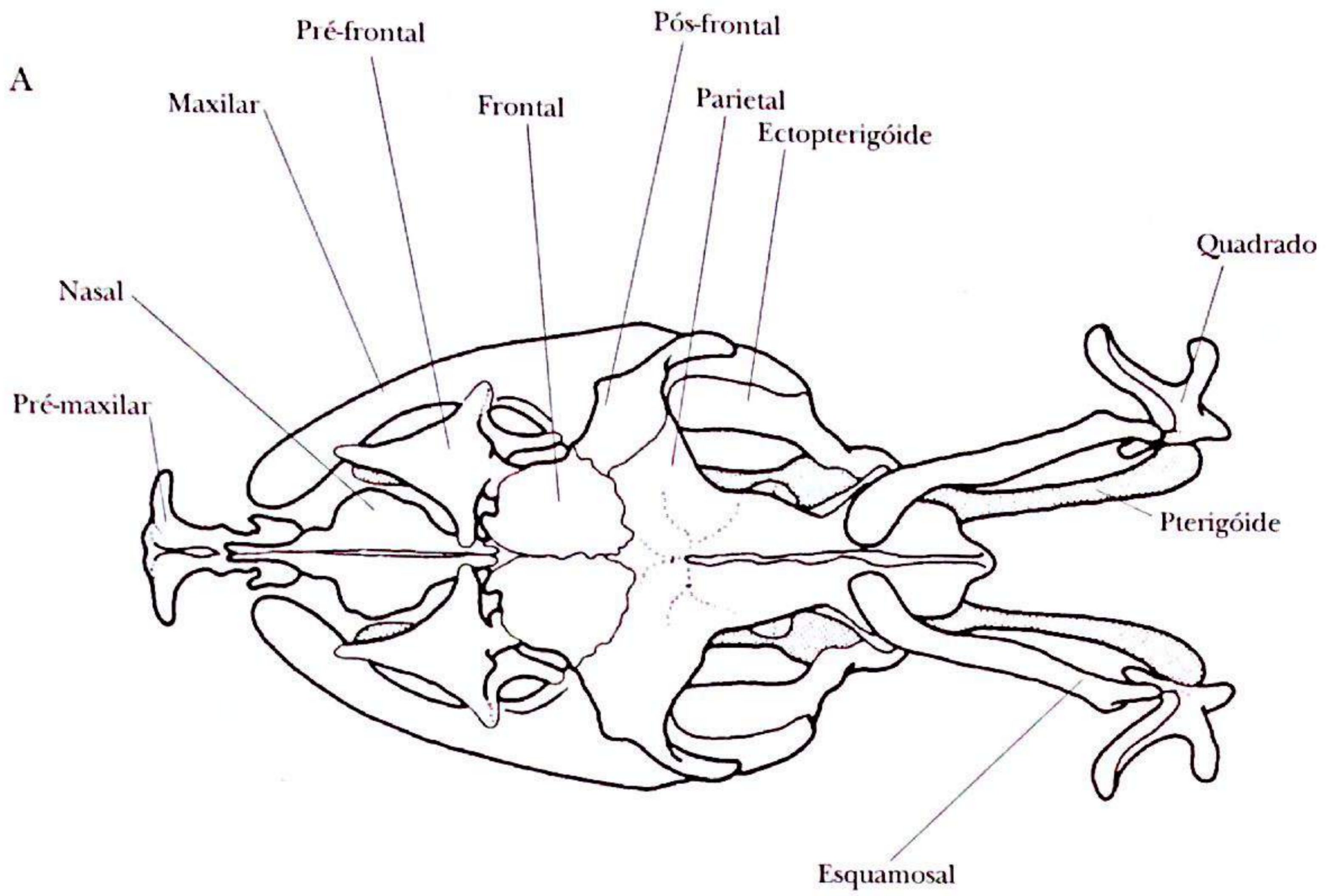


Figura 54. CRÂNIO DE SUCURI (*Eumectes murinus*). A. Vista dorsal; B. Vista ventral.

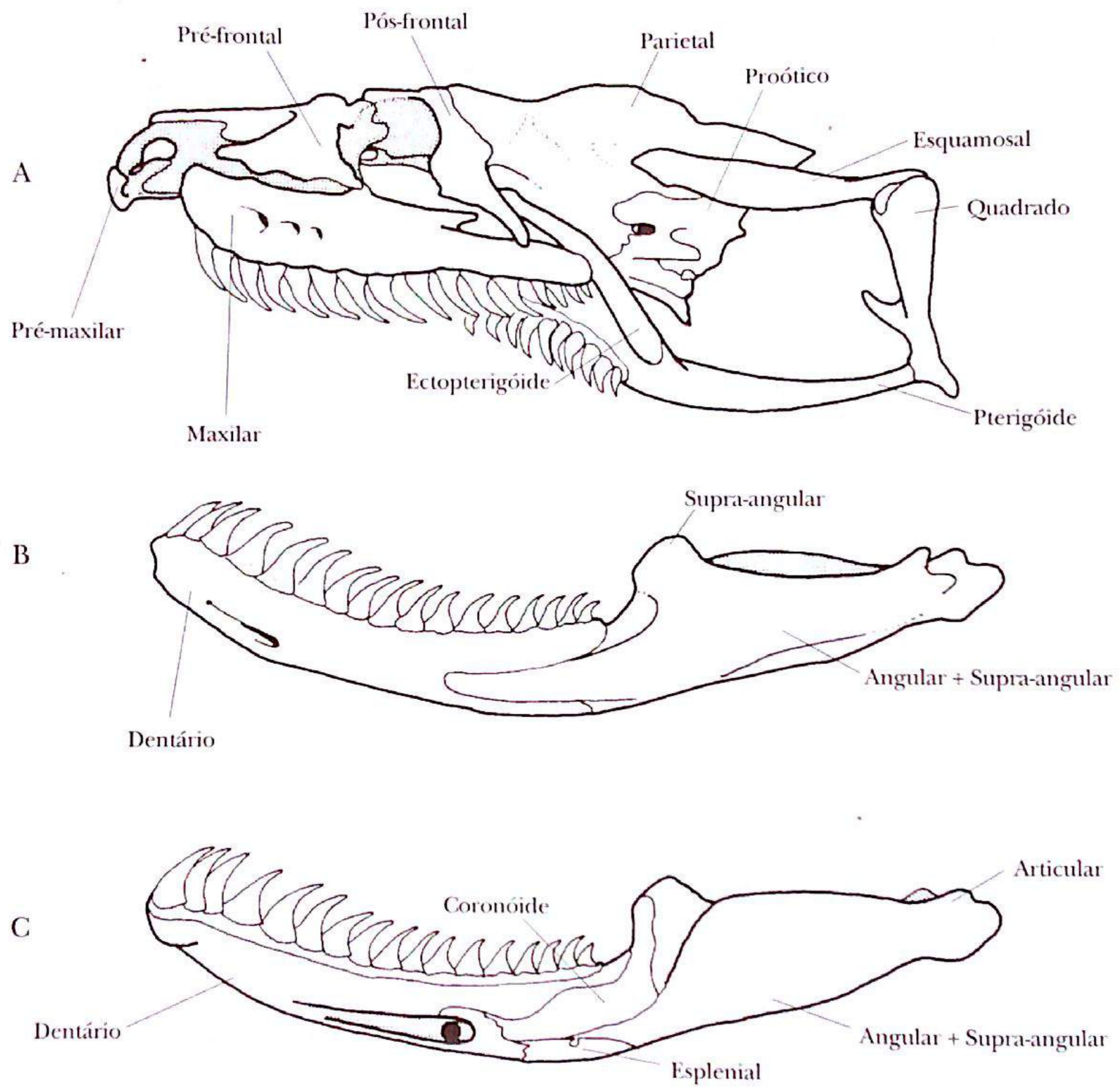


Figura 55. CRÂNIO E MANDÍBULA DE SUCURI (*Eunectes murinus*). A. Vista lateral do crânio; B. Vista lateral da mandíbula; C. Vista medial da mandíbula.

- Secodontes** – Com duas ou três cúspides principais alinhadas longitudinalmente e unidas por uma crista, formando uma margem cortante. Ex.: Carnívora.
- Bunodontes** – Coroa quadrangular, com cúspides cônicas. Ex.: Primates e porcos (nos onívoros em geral)
- Selenodontes** – Com cúspides alongadas e em forma de meia-lua, dispostas ao longo do eixo longitudinal da maxila. Ex.: Ruminantia.
- Lofodontes** – Com várias dobras de esmalte (oriundas da união de cúspides), formando cristas transversais, por vezes intercaladas por cimento. Ex.: Perissodactyla.
- Plicodontes** – Lofodontes muito especializados, com muitas cristas transversais de esmalte. Ex.: Proboscidea, Sirenia e alguns Rodentia (como nas Famílias Caviidae e Hydrochoeridae).

16.8. ESTUDO DO CRÂNIO DE UM MAMÍFERO

Reconhecer os ossos do crânio de um cão, comparando o crânio com a Figura 23.

Questões

1. Caracterizar o crânio de um réptil e de um mamífero.
2. Quais ossos de substituição podem ser observados no crânio de um jacaré? E no de um cão?
3. Qual a vantagem funcional de um crânio estreptostílico?
4. Em que crânios o arco zigomático está presente? Que ossos o formam?
5. Qual a vantagem do aparecimento do palato secundário? Em que animais está presente? Que ossos estão envolvidos na formação em cada um deles?

16.9. ESTUDO COMPARADO DOS ESQUELETOS DE VERTEBRADOS

Iniciar o estudo pelo mamífero, que apresenta todas as regiões vertebrais diferenciadas.

Coluna vertebral

Região cervical: com sete vértebras (exceções: preguiça-de-dois-dedos e peixe-boi têm seis; preguiça-de-três-dedos tem nove). Observar o atlas e o eixo.

Região torácica: apresenta costelas associadas às vértebras chamadas costelas vertebrais. Estas se articulam com as costelas esternais que se prendem ao esterno.

Região lombar: sem costelas.

Região sacral: com três a cinco vértebras fundidas firmemente articuladas à cintura pélvica.

Região caudal: número variável de vértebras.

Esqueleto das cinturas

Cintura escapular – Observar que ossos persistem no rato-branco e qual o seu papel na articulação com os membros.

Cintura pélvica – Observar a posição do ílio, do ísquio e púbis e suas relações com a coluna vertebral e os membros.

Esqueleto apendicular

Notar a correspondência entre os elementos esqueléticos proximais, médios e distais nos membros anteriores e posteriores.

Comparar as diferentes regiões da coluna vertebral do rato-branco (Fig. 56) com as do peixe (Fig. 57), do sapo (Fig. 58) e do pombo-doméstico (Fig. 21). Após o estudo dos esqueletos dos quatro vertebrados, elaborar um quadro comparativo das diferentes regiões da coluna vertebral: cervical, torácica, lombar, sacral e caudal. Sugere-se também a observação do esqueleto de outros vertebrados e as suas características.

Atividades Complementares

As questões listadas abaixo têm por objetivo aprofundar a análise funcional do esqueleto de vários Amniota. Sugere-se que seja utilizada como atividade extra-classe, preferencialmente realizada durante visita a exposições que apresentem uma diversidade razoável de esqueletos montados. Alternativamente, estes exercícios poderão ser realizados por meio da observação de atlas de anatomia que possuam pranchas com fotos ou esquemas de esqueletos.

Discussões teóricas a respeito dos assuntos abordados podem ser encontradas em HILDEBRAND (1988) e RENOUS (1994).

PROPORCIONALIDADE

Comparar as proporções gerais do esqueleto (comprimento x diâmetro dos ossos) entre mamíferos terrestres de pequeno porte (ex.: roedores) e de grande porte (rinoceronte, hipopótamo). Essas proporções se mantêm constantes? Como se pode explicar este fenômeno?

Quais as principais vantagens relacionadas ao aumento do tamanho corpóreo nos mamíferos?

Quais as adaptações esqueléticas necessárias aos quadrúpedes terrestres de porte muito avantajado (isto é, acima de 900 kg)?

São necessárias adaptações semelhantes para os grandes animais aquáticos? Por quê?

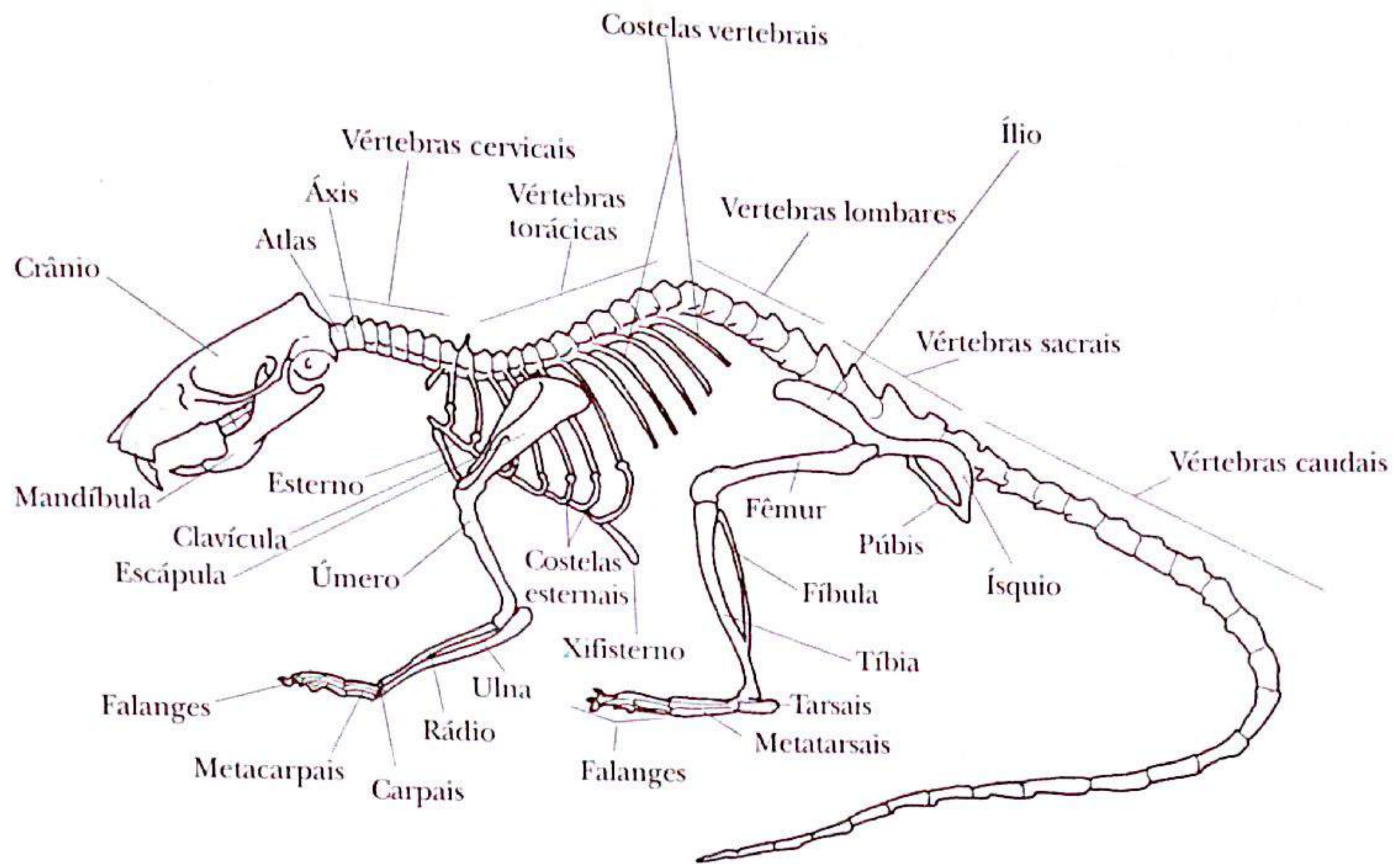


Figura 56. ESQUELETO DE RATO-BRANCO (*Rattus rattus*) representado esquematicamente em vista lateral.

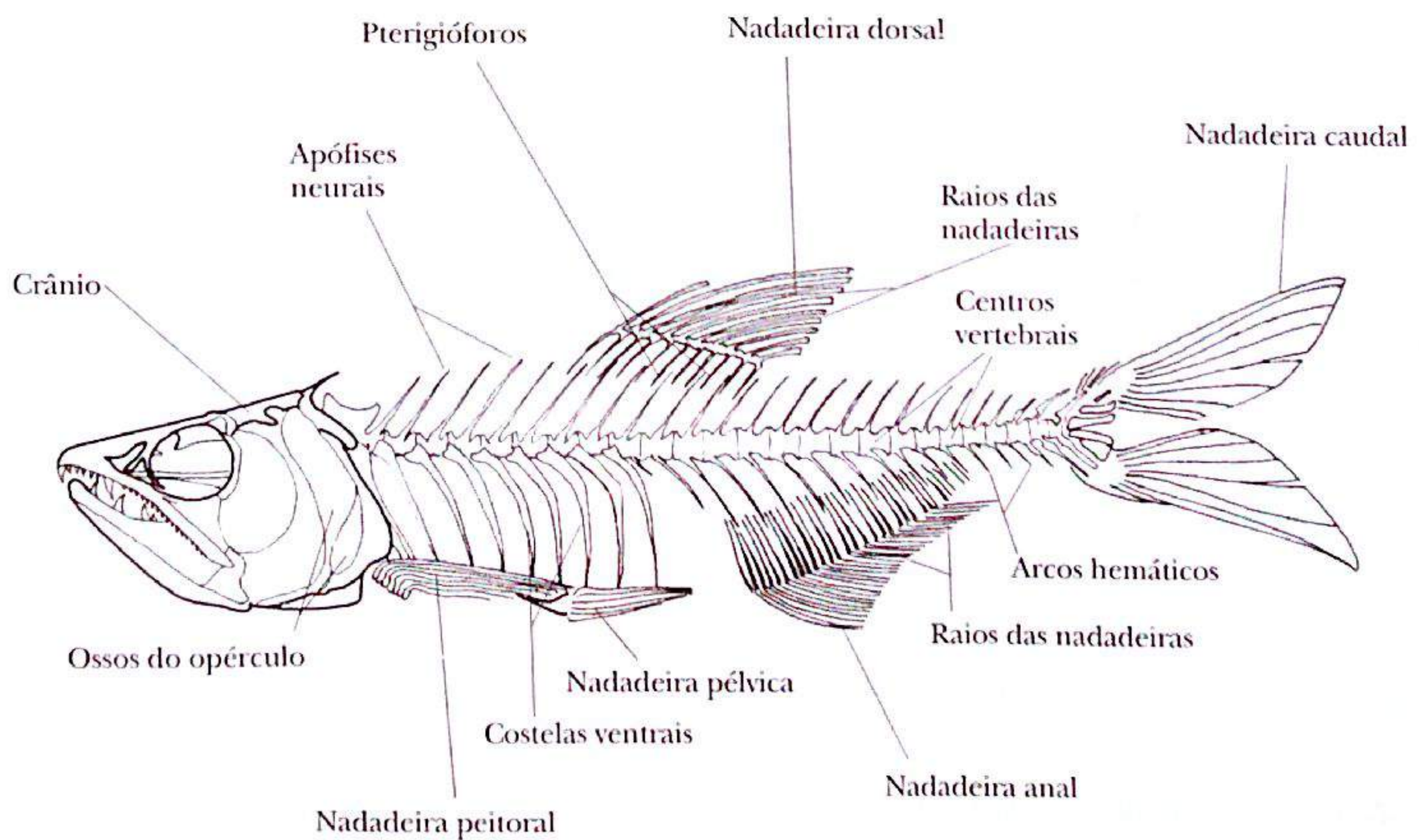


Figura 57. ESQUELETO DE PEIXE ÓSSEO (*Oligosarcus solitarius*) representado esquematicamente em vista lateral.

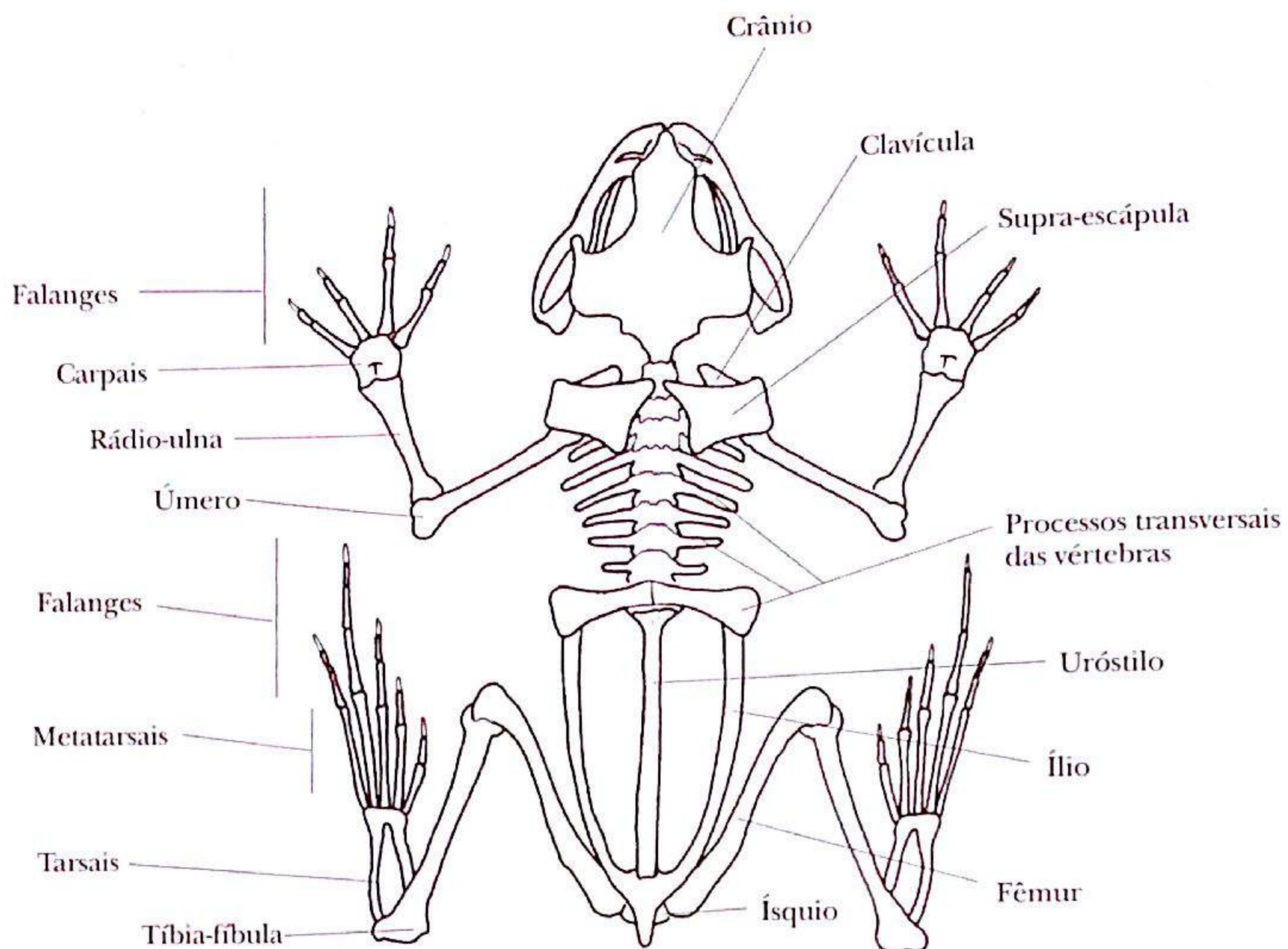


Figura 58. ESQUELETO DE SAPO (*Bufo ictericus*) representado esquematicamente em vista dorsal.

LOCOMOÇÃO

Cursorialidade (locomção terrestre rápida e/ou prolongada)

Quais as principais adaptações esqueléticas relacionadas com o desenvolvimento de grandes velocidades nos vertebrados terrestres?

CORREDORES QUADRÚPEDES

Comparar as proporções entre os segmentos dos membros em mamíferos cursores lentos e rápidos. O aumento da amplitude do passo se dá, normalmente, por meio do alongamento de quais segmentos? Por quê?

Comparar, nos diferentes grupos, que porção do membro se apóia no substrato durante o deslocamento. Dar exemplos de animais plantígrados, digitígrados e ungulígrados.

Todos os animais analisados acima possuem coracóide, clavícula e escápula? Qual o papel da cintura escapular durante a locomoção cursora rápida? Associar com a orientação da escápula e a forma da caixa torácica.

Qual o papel da coluna vertebral no incremento da velocidade durante a corrida?

Quais as principais implicações da corrida quanto à sustentação do peso do corpo pelo esqueleto? Quais as modificações morfológicas associadas a esse fato?

Comparar, nos grupos que desenvolvem diferentes velocidades:

- número e desenvolvimento relativo dos dedos;
- desenvolvimento da fíbula e da ulna;
- forma e tipo de encaixe dos ossos do carpo e do tarso.

É possível encontrar algum padrão? Interpretar os resultados.

CORREDORES BÍPEDES

As modificações observadas nos mamíferos (quadrúpedes) cursores encontram paralelo em Aves com mesmo tipo de locomoção? Observar os esqueletos do avestruz, do casuar, do emu e da ema. A redução dos dedos é tão extrema quanto no caso dos mamíferos mais modificados (ex.: cavalo)? Por quê?

Comparar o modo de locomoção do homem com o dos outros bípedes analisados até agora. Quais as principais diferenças?

Locomoção aos saltos

Quais as diferenças básicas entre a locomoção rápida cursora e a locomoção rápida aos saltos? As modificações morfológicas associadas aos dois casos são semelhantes (observar o esqueleto de canguru)? Por que a segunda é mais comum entre os mamíferos de pequeno porte (ex.: pequenos marsupiais e roedores de áreas abertas)? Qual o papel da cauda na locomoção aos saltos?

Natação

Quais as habilidades ou requisitos básicos necessários à especialização à natação? Comparar as dificuldades relacionadas com o deslocamento rápido nos ambientes terrestre e aquático.

Comparar a origem da força propulsora em vertebrados primariamente aquáticos (isto é, peixes) com a de vertebrados secundariamente aquáticos (ex.: serpentes-marinhas, pingüins, focas e golfinhos). Como interpretar as diferenças encontradas?

Comparar as vértebras de mamíferos aquáticos com as dos terrestres. Quais as principais diferenças? Interpretá-las.

Comparar a estrutura dos membros de mamíferos aquáticos (ex.: orca, peixe-boi), semi-aquáticos (ex.: ariranha) e terrestres. Que tipos de adaptações à vida aquática podem ser reconhecidos nos primeiros dois grupos?

Arborealidade

Observar as adaptações esqueléticas especiais da preguiça e do bugio, tomando-os como exemplos de duas diferentes estratégias para a vida arborícola.

Vôo

Quais as principais vantagens relacionadas com esse tipo de locomoção?

Quais os principais problemas biomecânicos que devem ser contornados pelos vertebrados voadores quanto a esse tipo de locomoção?

Quais os diferentes tipos de vôo presentes nos vertebrados?

Comparar os esqueletos de uma ave voadora e de um morcego. Como os dois grupos solucionaram estruturalmente os problemas associados ao vôo?

Comparar os esqueletos de uma ave voadora e de uma ave não-voadora. Quais as principais diferenças?

Escavação

Quais os requisitos essenciais para a especialização na escavação, em vertebrados ápodes e quadrúpedes?

Comparar as proporções dos ossos dos membros anteriores de um mamífero escavador com as de um cursor. Interpretar as diferenças observadas.



SISTEMA DIGESTIVO

A alimentação, em seu sentido mais amplo, compreende cinco etapas principais: procura, localização, apreensão, digestão e absorção do alimento. Os vertebrados têm hábitos alimentares diversificados, da herbivoria à predação, com diversos graus de especialização e, conseqüentemente, apresentam diferentes estratégias alimentares.

Em geral, os carnívoros apresentam mecanismos mais complexos de localização e apreensão do alimento, envolvendo comportamentos elaborados, enquanto o sistema digestivo é relativamente simples. Os herbívoros, ao contrário, necessitam de um sistema digestivo mais complexo, uma vez que os alimentos de origem vegetal, de localização e apreensão relativamente fáceis, são de difícil digestão.

O sistema digestivo desempenha as funções relativas à apreensão, digestão e absorção, ou seja, recepção do alimento, armazenamento temporário, tratamento físico e químico, absorção e eliminação do que não é aproveitado. Esse sistema tem sua organização relacionada em parte com a respiração e em parte com os processos digestivos. A associação dos sistemas respiratório e digestivo manteve-se em todos os vertebrados, já que as brânquias faríngeas e os pulmões derivam do tubo digestivo embrionário.

O sistema digestivo apresenta uma abertura anterior (boca) que se continua por uma cavidade oral. Esta pode apresentar dentes, glândulas, botões gustativos e língua de diferentes tipos.

Em continuidade à cavidade oral delimita-se a faringe, que é definida morfológicamente pelos pares de fendas faríngeas dorso-ventrais situadas em suas

paredes laterais. Essas fendas apresentam diferentes graus de desenvolvimento, dependendo do grupo considerado. Na maioria dos tetrápodes, apenas se esboçam no embrião. Em alguns grupos de peixes ocorrem dentes faríngeos.

Caudalmente à faringe encontra-se o esôfago, primitivamente curto e de diâmetro reduzido. Nos Agnatha e Tetrapoda, é longo e alargado. Ao esôfago segue-se o estômago, que apresenta uma morfologia variada. Em alguns casos é necessário um estudo histológico para demarcar seus limites.

O intestino segue-se ao estômago e termina, nas feiticeiras, Chondrichthyes, Dipneusti e na maioria dos Tetrapoda, em uma cloaca que recebe os materiais fecal, urinário e reprodutivo. Não há cloaca nas lampreias, nos Teleostei e nos mamíferos Theria, onde o ânus, abertura exclusiva do intestino, é totalmente separado das aberturas urogenitais. A divisão do intestino em delgado e grosso só se distingue nos tetrápodes.

Um certo número de glândulas e divertículos digestivos pode aparecer entre o estômago e a cloaca ou entre o estômago e o ânus. São eles o fígado, o pâncreas e os cecos (= *caecae*) que podem ocorrer em vários pontos ao longo do intestino, como, por exemplo, os cecos pilóricos (peixes e morcegos hematófagos), na altura do piloro, os cólicos (aves), na parte cranial do reto, e o intestinal (mamíferos herbívoros), entre os intestinos delgado e grosso.

Objetivos

- Observar, de modo comparado, o sistema digestivo do curimatá, da rã, do pombo-doméstico e do rato-branco.
- Relacionar as particularidades do sistema digestivo à dieta desses animais.

Observação: Embora o baço faça parte do sistema imune – é um tecido hematopoético – ele será observado junto ao sistema digestivo, devido às suas relações topográficas.

17.1. TELEOSTEI – Curimatá

Com o bisturi, fazer a incisão a – b indicada na Figura 70A. Retirar com o auxílio de bisturi e de pinças histológicas os músculos epaxiais e hip-axiais delimitados entre esta incisão e a linha mediana ventral do corpo. Na região látero-ventral do corpo dos peixes, entre os miômeros hip-axiais e a cavidade peritoneal, existem pacotes musculares laminares cujas fibras dispõem-se transversalmente. Estes músculos têm diferentes funções, entre elas a de sustentar ventralmente as vísceras. No curimatá são bem delgados e devem ser retirados junto com os músculos hip-axiais. Com a retirada dessa musculatura, as vísceras alojadas nas

cavidades peritoneal e pericárdica ficam expostas (Fig. 70B) e podem ser observadas na sua posição natural.

Para expor a região cranial do sistema digestivo é necessário remover os ossos operculares e os ossos da cintura escapular com auxílio de um osteótomo. Cortar os ossos operculares e os da cintura seguindo a incisão a – c (Fig. 70A). Deste modo, as brânquias e a porção rostral do esôfago ficam visíveis (Fig. 70B).

Realizar as observações indicadas abaixo.

I. Cavidade oral (= bucal) e faringe

Boca – Dentes nos ossos pré-maxilar e dentário. Alguns teleósteos apresentam dentes nos ossos maxilar e vômer. Os ossos maxilares sem dentes funcionam como parede lateral da boca.

Cavidade oral – Amplo vestíbulo arbitrariamente separado da faringe.

Faringe – Contém quatro arcos branquiais (Fig. 71).

Esôfago – Parte cranial. Para melhor observá-la deve-se levantar os arcos branquiais.

II. Cavidade peritoneal (Figs. 70B, 71)

Esôfago, parte caudal – É um tubo entre a faringe e o estômago.

Estômago – Linear, muito musculoso, e limitado pelos esfíncteres cárdico (cranial) e pilórico (caudal).

Intestino – Origina-se após o esfíncter pilórico, forma uma série de alças e comunica-se com o meio externo pelo ânus.

Fígado – Está situado na região dorso-cranial do estômago. Apresenta vários lobos hepáticos de cor avermelhada, acolados ao septo transversal que separa a cavidade peritoneal da cavidade pericárdica.

Vesícula biliar – Envoltas pelos lobos hepáticos, abre-se no duodeno por meio de vários ductos.

Pâncreas – Do tipo difuso.

Baço – É uma estrutura alongada situada ventralmente ao estômago. Tem cor avermelhada, mais escura do que a dos lobos hepáticos.

Bexiga natatória – Ocupa praticamente um terço do volume da cavidade peritoneal. Tem coloração esbranquiçada e é formada por duas câmaras (cranial e caudal).

17.2. AMPHIBIA – Rã

I. Cavidade oral (Fig. 75)

Abrir a boca do animal e observar, no interior da cavidade oral, as estruturas relacionadas abaixo.

Língua – notar como ela se prende.

Coanas – dois orifícios situados na porção rostral e que comunicam a cavidade nasal com a oral.

Aberturas das trompas faringotimpânicas (= trompas de Eustáquio) – situam-se caudalmente à saliência dos olhos.

Abertura do esôfago – uma fenda transversal situada no fundo da cavidade oral.

Glote – abertura em fenda longitudinal na laringe; encontra-se em uma protuberância da mucosa oral.

Faringe – região situada imediatamente atrás da cavidade oral.

II. Cavidade pleuroperitoneal

Para expor as vísceras contidas na cavidade pleuroperitoneal, fazer as incisões com tesoura de pontas finas segundo as linhas contínuas representadas na figura 76A. Notar que a incisão longitudinal deve ser paramediana (direita ou esquerda), a fim de não seccionar a veia abdominal que se encontra acolada à parede interna da musculatura ventral do corpo. Rebater a musculatura e prendê-la com alfinetes à cuba de dissecação, expondo as vísceras (Fig. 76B). Com um osteótomo, realizar a incisão representada pela linha tracejada (Fig. 76A), tomando-se o devido cuidado para não danificar os tecidos subjacentes à cintura escapular. Afastar cuidadosamente as estruturas seccionadas para os lados, expondo o coração e os grandes vasos (Fig. 76B).

Realizar as observações relacionadas a seguir (Figs. 76B e 77).

Esôfago – Tubo curto que se estende da faringe até o estômago.

Estômago – Um saco esbranquiçado, parcialmente recoberto pelo fígado, no lado esquerdo da cavidade pleuroperitoneal.

Intestino delgado – Um tubo mais fino que se continua da parte caudal do estômago. Subdivide-se em:

duodeno – parte cranial do intestino delgado: corresponde à primeira alça intestinal, localizada ao lado do estômago;

jejuno – região mediana do intestino delgado;

íleo – região caudal do intestino delgado.

Intestino grosso – Tubo curto e alargado que se estende pela região pélvica.

Pâncreas – Estrutura alongada de cor rosada localizada no mesentério entre o estômago e a alça duodenal.

Fígado – Órgão marrom-avermelhado, subdividido em dois grandes lobos hepáticos (direito e esquerdo).

Vesícula biliar – Estrutura globular esverdeada, situada entre os lobos hepáticos.

Baço – Estrutura compacta globosa, avermelhada, localizada no mesentério, dorsalmente às alças intestinais.

Cloaca – Sua abertura externa é uma fenda dorso-ventral (Figs. 34A e 72).

17.3. AVES – Pombo-doméstico

I. Cavidade oral

Língua – Rígida, com revestimento córneo.

Palato – Com fenda longitudinal onde se abrem as coanas.

Faringe – Situa-se na porção caudal da cavidade oral.

Abertura das trompas faringotimpânicas – Há apenas uma abertura comum às trompas, caudal à das coanas; isto é característico das aves.

Glote – Abertura da laringe, situada na proeminência laríngea que é uma área mais elevada.

II. Região cervical (Fig. 80)

Esôfago – Tubo acolado dorsalmente à traquéia, com aspecto achatado transversalmente e de parede fina.

Papo (= inglúvio) – É a porção dilatada do esôfago, na qual o alimento é estocado. No pombo-doméstico, durante o período reprodutivo, a descação epitelial de sua parede forma o leite-do-papo, que é destinado à alimentação dos filhotes.

III. Cavidade pleuroperitoneal

Antes de iniciar a retirada dos músculos peitorais que recobrem o osso esterno, observar com cuidado a região cranial dessa musculatura, pois sobre ela encontra-se a parede do papo, que é muito fina e delicada. Para que o papo não seja seccionado quando da retirada dos músculos peitorais, é necessário afastá-lo dessa musculatura. Isso deve ser feito com os dedos, pois pode-se sentir a resistência dessa parede e aplicar as forças e os movimentos que se fizerem necessários. A utilização de pinças histológicas ou de outros instrumentos não é recomendada para esta operação.

Depois de afastar a parede do papo da musculatura peitoral, remover os músculos peitoral e supracoracóideo. Todo cuidado deve ser tomado na região próxima da articulação da asa com a cintura escapular pois, ligados aos músculos acima citados, encontram-se vasos sanguíneos que não devem ser seccionados. Para não cortar os vasos, retirar com cuidado os músculos por meio de pinças histológicas. Deste modo, os vasos ficarão visíveis e poderão ser cortados mais distalmente, preservando-se os grandes ramos que penetram na musculatura (Fig. 80).

Após a retirada desses músculos, a articulação coracóide-úmero fica exposta. Desarticular estes ossos (seta escura da Fig. 82A). Desarticular e remover a fúrcula.

Em seguida, seccionar a musculatura abdominal em seu limite com o esterno (triângulos vazados na Fig. 82A). Levantar a margem caudal do esterno, cuidadosamente, para não danificar as estruturas subjacentes e cortar progressi-

vamente as costelas esternais até poder removê-lo por completo. Seccionar e rebater a musculatura abdominal, seguindo as linhas da Figura 82A.

Observar as estruturas indicadas abaixo.

Proventrículo – Porção cranial e glandular do estômago.

Moela (= ventrículo) – Porção caudal e muscular do estômago.

Intestino delgado – Subdivide-se em:

duodeno – Corresponde à região cranial do intestino delgado. Descreve uma longa curva (alça duodenal) ao lado do estômago. Desembocam no duodeno os ductos biliares (colédocos) e os pancreáticos;

jejuno e íleo – Porção longa e enovelada que se estende até os cecos cólicos.

Intestino grosso – Reto e curto. Está limitado na parte cranial pelos cecos cólicos e na porção caudal pela cloaca.

Cecos cólicos – Dois pequenos divertículos (direito e esquerdo) que se abrem na parte cranial do reto (função provável: absorção de água e de alimento, digestão por bactérias).

Fígado – Apresenta dois lobos, um de cada lado do coração. O lobo direito é maior. Não existe vesícula biliar no pombo-doméstico; a bile é eliminada pelos ductos biliares diretamente no duodeno.

Pâncreas – Localiza-se na alça duodenal.

Baço – É uma estrutura alongada, de cor vermelho-escura, envolta pelo lobo hepático esquerdo e o estômago.

Cloaca – O sistema digestivo termina no coprodeu, situado na região cranial da cloaca (Fig. 84).

Após estas observações, seccionar a moela longitudinalmente e observar o epitélio córneo interno, que é retirado com muita facilidade. Qual a sua função? Fazer uma incisão sagital na região do intestino grosso até a cloaca e observar as diferentes regiões desta última.

Na região dorsal da cloaca localiza-se a bolsa cloacal (= bolsa de Fabricius), um saco de fundo cego com tecido linfóide, muito desenvolvido nos jovens (Fig. 84) (função: proteção contra infecções).

17.4. MAMMALIA – Rato-branco

I. Glândulas salivares (Figs. 86, 87)

Para observar adequadamente as glândulas salivares é necessário retirar os tecidos conjuntivos que as envolvem. Elas encontram-se associadas a linfonodos e ao par de glândulas lacrimais exorbitais. No rato podem ser observados três pares de glândulas salivares:

– parótidas – têm a forma arborescente. Estendem-se da região ventral do pescoço até a região temporal do crânio ou região do ouvido;

– **submaxilares** – têm contornos lisos, são mais alongadas no seu eixo crânio-caudal. Localizam-se próximas à linha mediana ventral do pescoço e são facilmente visualizadas devido à sua posição e à sua forma;

– **sublinguais** – situam-se sobre a face crânio-ventral das glândulas submaxilares.

II. Cavidade oral

Observar as estruturas indicadas abaixo.

Vestíbulo – Espaço entre as bochechas, lábios e dentes.

Dentes – Incisivos e molariformes. Presença de diastema (Fig. 56).

Língua – Observar as papilas em diferentes regiões.

Palato duro – Com cristas transversais.

Palato mole – Continuação caudal do palato duro.

III. Cavidades torácica e abdominal (Figs. 88B, 89)

Para expor a cavidade abdominal do rato-branco, realizar, com uma tesoura de pontas finas, as incisões indicadas por linhas contínuas na Figura 88A, observando que a incisão longitudinal mediana estende-se até o xifisterno (Fig. 88B). Na região torácica, rebater inicialmente a musculatura peitoral, como indicado pelas setas da Figura 88A, a fim de observar os vasos da região do pescoço (Fig. 88B), que devem ser preservados para o estudo posterior do sistema cardiovascular. Em seguida, cortar o esterno ao longo de sua linha mediana (linha tracejada da Fig. 88B) mantendo a tesoura paralela à parede do corpo, pois sob esta região encontram-se a cavidade pericárdica e os grandes vasos.

Na altura das glândulas salivares, ao cortar os músculos ventrais do pescoço, afastá-los com cuidado para não danificar as veias jugulares, a glândula tireóide e a traquéia.

Observar as estruturas relacionadas a seguir (Figs. 88B, 89).

Esôfago – Tubo entre a faringe e o estômago.

Diafragma – Parede muscular que separa as cavidades torácica e abdominal.

Estômago

Porção cárdica (onde se localiza a abertura do esôfago).

Porção fúndica (região média, bem desenvolvida).

Porção pilórica (constricção caudal; comunicação com o duodeno).

Grande curvatura – ventral.

Pequena curvatura – dorsal.

Intestino delgado

Duodeno – Porção cranial do intestino delgado, onde desembocam os ductos do fígado e do pâncreas.

Jejuno – Região mediana do intestino delgado.

Íleo – Região caudal do intestino delgado. Abre-se no intestino grosso por meio da válvula íleo-cólica.

Intestino grosso

Ceco intestinal, em fundo cego, próximo ao íleo.

Cólon ascendente – Do lado direito.

Cólon transverso.

Cólon descendente – Do lado esquerdo.

Retó – Continuação do cólon descendente.

Fígado – Grande, preso à grande curvatura do estômago. Formado por vários lobos.

Vesícula biliar – Ausente na maioria dos Rodentia e nos Cetacea, Artiodactyla e Perissodactyla.

Pâncreas – Estrutura arborescente de cor rosácea, pouco compacta, situada no mesentério próximo ao duodeno.

Ducto pancreático – Drena os produtos do pâncreas para o duodeno.

Ampola de Vater – Papila onde desembocam os ductos pancreáticos e colédoco no interior do duodeno. Para tentar visualizá-la, fazer uma incisão longitudinal no duodeno e afastar suas paredes para observar sua mucosa.

Baço – Estrutura alongada de cor marrom-avermelhada, situada dorsalmente ao estômago.

Fazer cortes transversais no esôfago e no íleo para observar a mucosa dessas duas regiões do sistema digestivo. O que pode ser deduzido a partir desta observação?

Cortar longitudinalmente o estômago na linha mediana. Observar a mucosa estomacal e as válvulas cárdica (esôfago-estômago) e pilórica (estômago-duodeno). O aspecto da mucosa estomacal é uniforme? O que pode ser deduzido?

Qual o trajeto do alimento no tubo digestivo de cada animal estudado: curimatá, rã, pombo-doméstico e rato-branco?



SISTEMA RESPIRATÓRIO

A maioria dos vertebrados respira por meio de brânquias faríngeas ou de pulmões, estruturas essas derivadas do tubo digestivo embrionário. Por outro lado, os protocordados e os anfíbios respiram também pelo tegumento; outros órgãos respiratórios, tais como brânquias externas e regiões do tubo digestivo, são utilizados por certos grupos de peixes, anfíbios e tartarugas.

De modo geral, as estruturas respiratórias são de origem faríngea. As brânquias associadas à respiração aquática podem ser classificadas em três categorias: (1) câmaras branquiais – características dos Agnatha; (2) brânquias septadas – características dos Elasmobranchii, (3) brânquias operculares – características dos Osteichthyes.

Os pulmões estão envolvidos com a respiração aérea, ocorrendo nos Dipneusti e nos Tetrapoda, com exceção dos urodelos Plethodontidae. São estruturas em forma de saco de fundo cego e dilatáveis, exceto nas Aves. Nestas, o ar percorre um sistema de capilares aéreos contínuos. Os pulmões originam-se a partir de uma evaginação da parede ventral da faringe e mantém uma comunicação ventral com ela por meio da traquéia.

Os pulmões dos Tetrapoda diferem daqueles dos Dipneusti por: (1) serem pares, enquanto os dipnóicos possuem um pulmão simples ou bilobado; e (2) localizarem-se ventralmente ao tubo digestivo, ao passo que o dos dipnóicos têm posição dorsal. A laringe aparece apenas nos tetrápodes.

Os pulmões diferem quanto ao grau de subdivisão interna, que atinge seu maior desenvolvimento nos mamíferos. Fatores de ordem filogenética, aliados ao hábito de vida e à taxa metabólica, determinam essa variação.

Objetivos

- Reconhecer, de modo comparativo, os diferentes órgãos e as estruturas respiratórias do curimatã, da rã, do pombo-doméstico e do rato-branco.
- Associar as diferenças observadas ao hábito de vida dos animais.

18.1. TELEOSTEI – Curimatã

As brânquias deste peixe são do tipo opercular e, como na maioria dos teleósteos, constituem as principais estruturas respiratórias. Os peixes que possuem escamas praticamente não respiram através do tegumento, porém os peixes desprovidos delas podem fazê-lo.

Observar a região da faringe de um teleósteo (Figs. 70B e 71).

Brânquias – Quatro pares de holobrânquias (cada holobrânquia é formada pelas duas hemibrânquias pertencentes ao mesmo arco branquial).

Arcos branquiais, filamentos branquiais e rastros.

Cinco pares de fendas branquiais protegidas do meio externo pelo opérculo (Fig. 33).

Opérculo ósseo – Possui uma série de placas ósseas de revestimento e raios branquiostegais.

Membrana branquiostegal – Sob o opérculo.

18.2. ELASMOBRANCHII – Cação

Observar em uma cabeça de cação, onde foi feito um corte frontal da região branquial, a disposição dos filamentos branquiais. Comparar o tipo de brânquias encontrado com o dos teleósteos.

18.3. AMPHIBIA – Rã

Nos anfíbios atuais a respiração cutânea é muito desenvolvida. O tegumento, sendo delgado, úmido e muito irrigado, é capaz de realizar grande parte do intercâmbio gasoso. O sistema capilar do tegumento recebe sangue venoso das ramificações da artéria cutânea e o sangue arterial volta ao coração pelas veias musculocutâneas, que desembocam nas veias cavas anteriores (Fig. 78). Porém, nas rãs, a maior parte das trocas gasosas é executada pelos pulmões.

Observar as estruturas relacionadas abaixo.

Narinas (Fig. 34A).

Coanas – Duas aberturas situadas na região anterior do palato (Fig. 75).

Faringe – Região comum ao sistema digestivo e sistema respiratório.

Glote – Abertura da laringe, em forma de fenda (Fig. 75).

Laringe – Tubo curto, sustentado por cartilagens (Fig. 79A). Entre os Anura, a traquéia só está presente nos Pipidae, tendo sido perdida nos outros grupos.
 Pulmões – Em forma de sacos translúcidos e pouco septados internamente (Fig. 79A).

18.4. AVES – Pombo-doméstico

Observar as estruturas relacionadas abaixo.

Narinas – Duas fendas situadas na parte dorsal do bico.

Coanas – Abrem-se em uma fenda longitudinal única no palato.

Faringe – Região comum ao sistema digestivo e respiratório.

Glote – Abertura da laringe.

Laringe – Relativamente curta, reforçada por cartilagens.

Traquéia – Percorre toda a extensão do pescoço (Fig. 83). A traquéia é reforçada por anéis cartilagosos. Na região caudal da traquéia existe uma região diferenciada – a siringe.

Siringe – Região caudal alargada da traquéia (Fig. 83), associada a diferentes músculos, responsável pela produção de sons vocais.

Brônquios primários – Dois ductos, reforçados por anéis cartilagosos, que partem da siringe e penetram nos pulmões (Fig. 83).

Pulmões – Os lobos pulmonares têm praticamente um volume constante e são acolados à parede do corpo (Fig. 83). Cada um deles recebe ar de um brônquio que se ramifica em brônquios secundários. Estes comunicam-se mediante uma extensa rede de parabônquios (= brônquios terciários). Os parabônquios incluem capilares aéreos, no interior dos quais circula o ar, e uma extensa rede de capilares sanguíneos, onde ocorrem as trocas gasosas.

Sacos aéreos (= pneumáticos) – São estruturas de paredes finas que estão conectadas com o sistema pulmonar. Seus divertículos penetram nos ossos, entre a musculatura e as vísceras. Os sacos aéreos não têm função respiratória, ou seja, não há troca de gases. São estruturas responsáveis pelo armazenamento do ar, refrigeração das vísceras e diminuição do peso específico da ave.

18.5. MAMMALIA – Rato-branco

Para observar as três primeiras estruturas, a seguir, é necessário abrir amplamente a boca do exemplar, operação dificultada pela musculatura mastigatória volumosa, que se tornou enrijecida após a fixação. Com bisturi ou tesoura, retirar parte dessa musculatura e, se necessário, quebrar a mandíbula para proceder à abertura da boca. Observar as estruturas relacionadas abaixo.

Narinas.

Coanas – Difíceis de serem observadas devido à posição bem posterior na cavidade oral.

Faringe – Região comum aos sistemas digestivo e respiratório.

Glote – Situada na cavidade oral, representando a abertura da laringe; essa abertura é recoberta, durante a deglutição, pela epiglote, estrutura cartilaginosa ausente nos outros vertebrados.

Laringe – Visível apenas com a retirada da musculatura do pescoço (Fig. 89).

Traquéia – Visível ao longo da face ventral do pescoço, sendo caracterizada pelos anéis cartilagosos (Fig. 89).

Brônquios – Duas ramificações da traquéia que penetram, cada uma delas, em um dos pulmões (Fig. 62B).

Pulmões – Quatro lobos do lado direito e um do lado esquerdo (Fig. 62A). Localizam-se na cavidade torácica, separada da cavidade abdominal pelo diafragma (Fig. 89). Os pulmões dos mamíferos, assim como os dos répteis e anfíbios, funcionam segundo o princípio do “saco cego”. Este tipo de pulmão apresenta ramificações internas, a saber, brônquios, bronquíolos e canais alveolares. Os pulmões dos mamíferos são os que apresentam o maior grau de subdivisões internas.

Questões

1. Esquematizar a região branquial de um Teleostei e de um Elasmobranchii.
2. Esquematizar um arco branquial de um Teleostei e de um Elasmobranchii, detalhando a posição dos filamentos branquiais.
3. Citar as diferenças entre o sistema respiratório de uma ave e de um mamífero.
4. Montar um quadro comparativo entre os quatro animais, levando em consideração o órgão respiratório, as estruturas que transportam a água ou o ar durante um ciclo respiratório, e descrever a seqüência de estruturas envolvidas na inspiração e expiração.



SISTEMA CARDIOVASCULAR

O sistema vascular sangüíneo e o coração fazem parte, junto com o sistema linfático e os órgãos hematopoéticos (formadores do sangue e da linfa), do sistema sangüíneo. O sistema vascular sangüíneo dos vertebrados apresenta semelhanças marcantes com o do anfioxo. As modificações que ocorreram nas diferentes linhagens evolutivas se deram no sentido da perda e fusão de várias partes.

O sistema cardiovascular dos vertebrados é formado por um conjunto de ductos, ou vasos, contínuos que definem um sistema sangüíneo fechado. Apesar disso, os fluidos do sangue escoam para fora dos capilares sangüíneos por meio de difusão e das pressões osmótica e hidrostática do sangue. Esses fluidos são drenados para o interior de um segundo conjunto de vasos – o sistema linfático.

O líquido que flui no interior dos vasos linfáticos – a linfa – é essencialmente plasma com pouquíssimas proteínas. Esse sistema de ductos desemboca em diferentes pontos do sistema vascular sangüíneo e apresenta variações no seu nível de organização, de acordo com o táxon.

Nos Agnatha, Elasmobranchii e Chondrostei o sistema linfático transporta, além da linfa, células sangüíneas da série vermelha. Este é um tipo intermediário de organização, quando comparado ao dos Neopterygii e Tetrapoda, sendo mais adequadamente denominado de sistema hemolinfático.

Associados aos sistemas hemolinfático e linfático encontram-se os tecidos hematopoéticos, que podem organizar-se em órgãos ou não.

Os tecidos hematopoéticos têm uma ampla variedade de localizações nos diferentes táxons de vertebrados. Além disso, um tecido hematopoético do embrião pode situar-se em local diferente no adulto; o mesmo observa-se quanto à

função. Um tecido que é hematopoético no embrião pode não exercer esta função no adulto e vice-versa. A variação funcional e a posição dos tecidos hematopoéticos nos diferentes táxons de Vertebrata não seguem tendências evolutivas nítidas.

Entre os órgãos que contêm tecidos hematopoéticos podem ser citados: o rim dos teleósteos adultos e o rim dos embriões de todos os vertebrados (com exceção dos mamíferos); as gônadas de tubarões e de peixes-pulmonados; o fígado dos embriões da maioria dos vertebrados e dos teleósteos adultos, anfíbios e tartarugas; a medula vermelha de ossos tais como as costelas e o esterno.

Poucos são os órgãos hematopoéticos conspícuos nos vertebrados. O maior deles é o baço. Outros são: as amígdalas (= tonsilas), os linfonodos, os nódulos (= gânglios) hemáticos (ungulados), o “pâncreas de Aselli” (agrupamento de linfonodos sobre os pulmões e o coração dos Carnivora, Lagomorpha e Rodentia), o timo e o órgão ultimobranquial (ex.: peixes e répteis).

Quanto ao sistema cardiovascular, ocorreram várias modificações ao longo da evolução. Algumas delas podem ser observadas na morfologia do coração e na organização dos arcos aórticos. O sistema cardiovascular da grande maioria dos peixes atuais, com algumas exceções tais como o dos Dipneusti, inclui um coração formado por quatro câmaras dispostas linearmente, no interior das quais circula exclusivamente sangue não-oxigenado. Com o aparecimento do pulmão, há uma tendência à separação de dois circuitos sangüíneos, um com sangue oxigenado e outro com sangue não-oxigenado. O coração também sofreu modificações, entre elas sua divisão longitudinal e o desaparecimento do bulbo arterioso e do seio venoso. Do mesmo modo, houve um rearranjo dos arcos aórticos, onde o par mais caudal relaciona-se com o pulmão e abandona o circuito branquial, total ou parcialmente extinto.

Objetivos

- Estudar comparativamente o sistema cardiovascular do curimatá, da rã, do pombo-doméstico e do rato-branco.
- Localizar alguns órgãos hematopoéticos nestes quatro animais.
- Observar as modificações ocorridas ao longo da filogenia, procurando interpretá-las no contexto de uma maior eficiência do sistema.

As dissecções devem ser extremamente cuidadosas para que os vasos de maior calibre não sejam rompidos.

19.1. TELEOSTEI – Curimbatá

A observação do coração e dos grandes vasos é facilitada quando as brânquias e o coração são isolados do restante do corpo (Fig. 59). Para preparar esta peça anatômica, seguir as instruções abaixo.

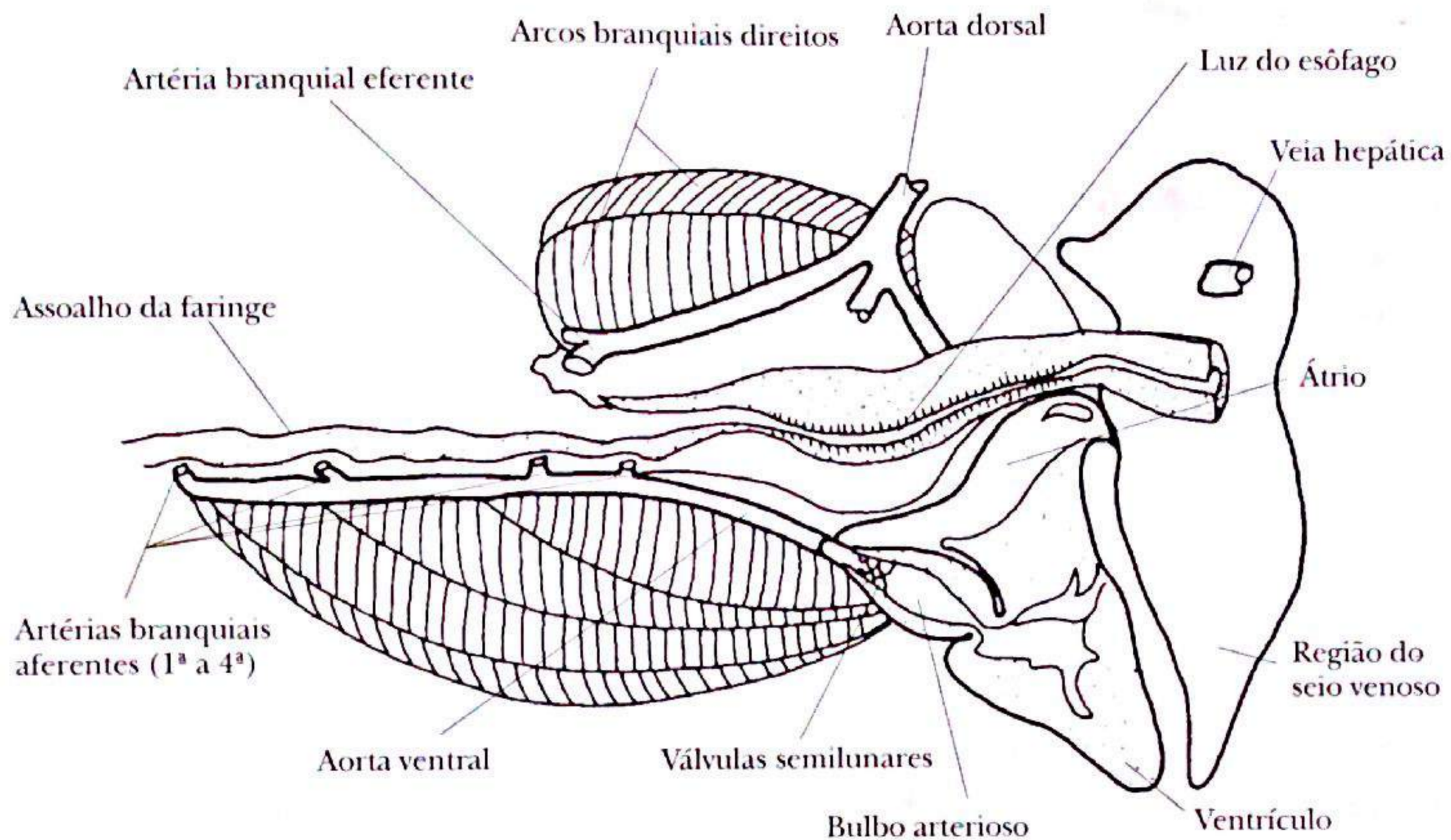


Figura 59. REGIÃO BRANQUIAL DO CURIMBATÁ (*Prochilodus lineatus*) seccionada sagitalmente.

Remover, do lado direito do animal, os ossos operculares e da cintura escapular, bem como a musculatura associada, utilizando um osteótomo e procedendo conforme descrito no estudo do sistema digestivo. Desse modo, a aorta ventral ficará visível.

Seccionar, com uma tesoura média de pontas finas, os tecidos que formam o assoalho bucal ao nível da sínfise mandibular. Dessa forma, a região rostral do assoalho bucal ficará livre, assim como as brânquias e o coração. Afastar cuidadosamente, com pinças histológicas de pontas rombas, os lobos hepáticos, de tal modo que a veia hepática fique visível (Fig. 71). Seccionar a veia hepática o mais distalmente possível ao coração. Cortar o esôfago após ter atravessado o septo transversal do corpo, mais ou menos na altura dos lobos hepáticos.

Com pinças histológicas de pontas rombas, empurrar delicadamente o seio venoso (muito expandido, repleto de sangue e acolado à face cranial do septo transversal) em direção ventral. Desse modo, pode ser observada a entrada das veias cardinais no seio venoso e, mais cranialmente, o encontro dos arcos branquiais com a parede dorsal da faringe. Seccionar, com o osteótomo, os arcos branquiais no local onde estes encontram a parede dorsal da faringe. Com uma tesoura pequena de pontas finas, seccionar as veias cardinais o mais distalmente possível

ao seio venoso. Nesse momento, a peça formada pelos arcos branquiais, coração, aorta ventral e raízes da aorta dorsal está isolada do corpo e pode ser retirada.

Após a retirada desta peça anatômica, podem ser observados: o ducto biliar (drena a vesícula biliar), as veias cardinais, a região cranial da bexiga natatória e os diferentes nervos cranianos.

Essa peça anatômica deverá ser seccionada em um plano parassagital: os arcos branquiais do lado esquerdo devem ser seccionados ventral e dorsalmente com um bisturi. Dessa maneira, mantêm-se íntegras a aorta ventral, a raiz direita da aorta dorsal e a aorta dorsal. O coração deve ser seccionado sagitalmente. Podem ser observadas as seguintes estruturas, indicadas na Figura 59: esôfago, seio venoso (observa-se a entrada das veias cardinais direitas), átrio, ventrículo e bulbo arterioso, seccionados sagitalmente. Observam-se também a aorta ventral, as artérias aferentes esquerdas (seccionadas na base dos arcos branquiais), as artérias eferentes direitas (formando a raiz aórtica direita) e o encontro das raízes aórticas direita e esquerda, formando a aorta dorsal.

I. Coração (Fig. 59)

O coração é tubular, em forma de “S” e constituído por quatro câmaras dispostas seqüencialmente no sentido caudo-cranial, como listadas abaixo. O sangue flui no sentido caudo-cranial, passando de uma câmara para outra, nesta ordem:

- seio venoso – com parede fina; é a parte que recebe todo o sangue do corpo proveniente do sistema venoso;
- átrio (= aurícula) – com parede fina; localiza-se sobre o ventrículo;
- ventrículo – com parede musculosa; é o principal propulsor do sangue através do sistema circulatório;
- bulbo arterioso – estrutura mais ou menos triangular, com parede musculosa; é a região mais cranial do coração e apresenta, internamente, válvulas semilunares.

II. Vasos principais

Sistema Arterial

Aorta ventral – Dispõe-se ventralmente na região branquial, partindo do bulbo arterioso.

Artérias branquiais aferentes – Originam-se de cada lado do corpo, ao nível dos arcos branquiais. Delas partem os capilares branquiais, que permitem a oxigenação do sangue.

Artérias branquiais eferentes – Levam o sangue oxigenado das brânquias para a aorta dorsal.

Aorta dorsal – Na região branquial; geralmente nos Teleostei é formada por duas raízes que se reúnem em uma aorta dorsal única que corre

em direção caudal, abaixo da coluna vertebral, circundada pelos arcos hemáticos no pedúnculo caudal.

Artérias carótidas internas – O sangue é enviado para a cabeça do animal por estas artérias, que são oriundas do primeiro par de artérias branquiais eferentes.

Sistema Venoso

Veias cardinais posteriores – São duas veias que correm no sentido caudo-cranial e que transportam o sangue venoso de quase toda a região caudal do corpo para o coração: localizam-se lateralmente à aorta dorsal e entre os rins.

Veias cardinais anteriores – São duas veias que correm no sentido crânio-caudal nas regiões da cabeça e branquial. São os vasos que transportam o sangue venoso da cabeça para o coração.

Veias cardinais comuns – Resultam da fusão das veias cardinais posteriores e anteriores e desembocam no seio venoso.

Circulação Geral dos Tetrápodes

O principal tronco arterial que transporta sangue oxigenado para a região posterior do corpo é a aorta dorsal, de onde partem artérias que irrigam os diferentes órgãos e membros posteriores. Correndo paralelamente à aorta dorsal, existe a veia cava posterior que recebe todo o sangue da região caudal do corpo através das veias provenientes dos diferentes órgãos (nos exemplares mortos, este vaso apresenta-se normalmente com maior calibre do que a aorta dorsal, e sua parede é mais fina).

O sangue arterial é transportado para a cabeça pelas artérias carótidas comuns, que se subdividem em outras artérias. O sangue retorna da cabeça pelas veias jugulares.

Os principais troncos arteriais para os membros anteriores e musculatura peitoral são as artérias subclávias, ocorrendo o retorno de sangue venoso pelas veias subclávias. Estas últimas unem-se às veias jugulares, formando as veias cava anterior que transportam o sangue para o átrio direito.

O sangue venoso sai do coração pelas artérias pulmonares, é oxigenado nos pulmões e retorna para o átrio esquerdo pelas veias pulmonares. Nos Amphibia ocorre uma certa mistura de sangue arterial e venoso no coração, pelo fato de o ventrículo ser indiviso.

19.2. AMPHIBIA – Rã

I. Coração (Fig. 60)

Seio venoso – Possui parede fina, em forma de saco e liga-se ao átrio direito na região dorsal do corpo. É formado pela união de três veias (veia cava posterior, veia cava anterior direita e veia cava anterior esquerda).

Dois átrios – Localizam-se cranialmente no coração. São facilmente reconhecíveis pelas suas paredes finas e cor escura. Internamente, encontram-se separados por um septo inter-atrial.

Ventrículo – Cônico, com parede espessa, sendo uma câmara única sem divisão interna; em corte, apresenta aspecto esponjoso.

II. Vasos principais (Figs. 60, 78)

Sistema Arterial

Cone arterial – É um vaso de parede espessa que se origina na base do ventrículo, ao lado direito da superfície ventral. Do cone arterial partem dois ramos simétricos (troncos arteriais), septados internamente, que se dividem em:

- artérias carótidas comuns esquerda e direita – Que se ramificam em carótida externa (irriga a língua e assoalho da boca) e carótida interna (irriga o restante da cabeça);
- arcos sistêmicos (= aórticos) – Circundam o esôfago em direção à região dorsal do animal; da união dos dois forma-se a aorta dorsal (Fig. 79B). Pouco antes da curvatura destes arcos para a região dorsal, originam-se as artérias subclávias e as pulmocutâneas. As últimas irrigam os pulmões e o tegumento.

Aorta dorsal – É a principal artéria que corre na região dorsal do corpo e que envia sangue para toda a região posterior do animal. Desta artéria partem vasos que irrigam os diferentes órgãos do corpo, assim como os membros posteriores (Figs. 77, 79B).

Sistema Venoso

Veia cava posterior (= cava caudal) – Corre na região dorsal, paralelamente à aorta dorsal. Recebe sangue de todos os órgãos posteriores do corpo e dos membros posteriores, através das veias correspondentes (Figs. 77, 79A,B). Desemboca no seio venoso.

Veias cavas anteriores (= cavas craniais) direita e esquerda – Recebem todo o sangue proveniente da cabeça, dos membros anteriores e do tegumento. As principais veias que desembocam nas veias cavas anteriores são as veias inominadas, as jugulares externas e as subclávias. As veias cavas anteriores abrem-se no seio venoso.

Veias pulmonares – Levam o sangue oxigenado dos pulmões para o átrio esquerdo, onde desembocam.

Veia abdominal – É uma veia ímpar que corre na parede ventral do animal (Fig. 76B). Origina-se da união das veias pélvicas e corre em direção

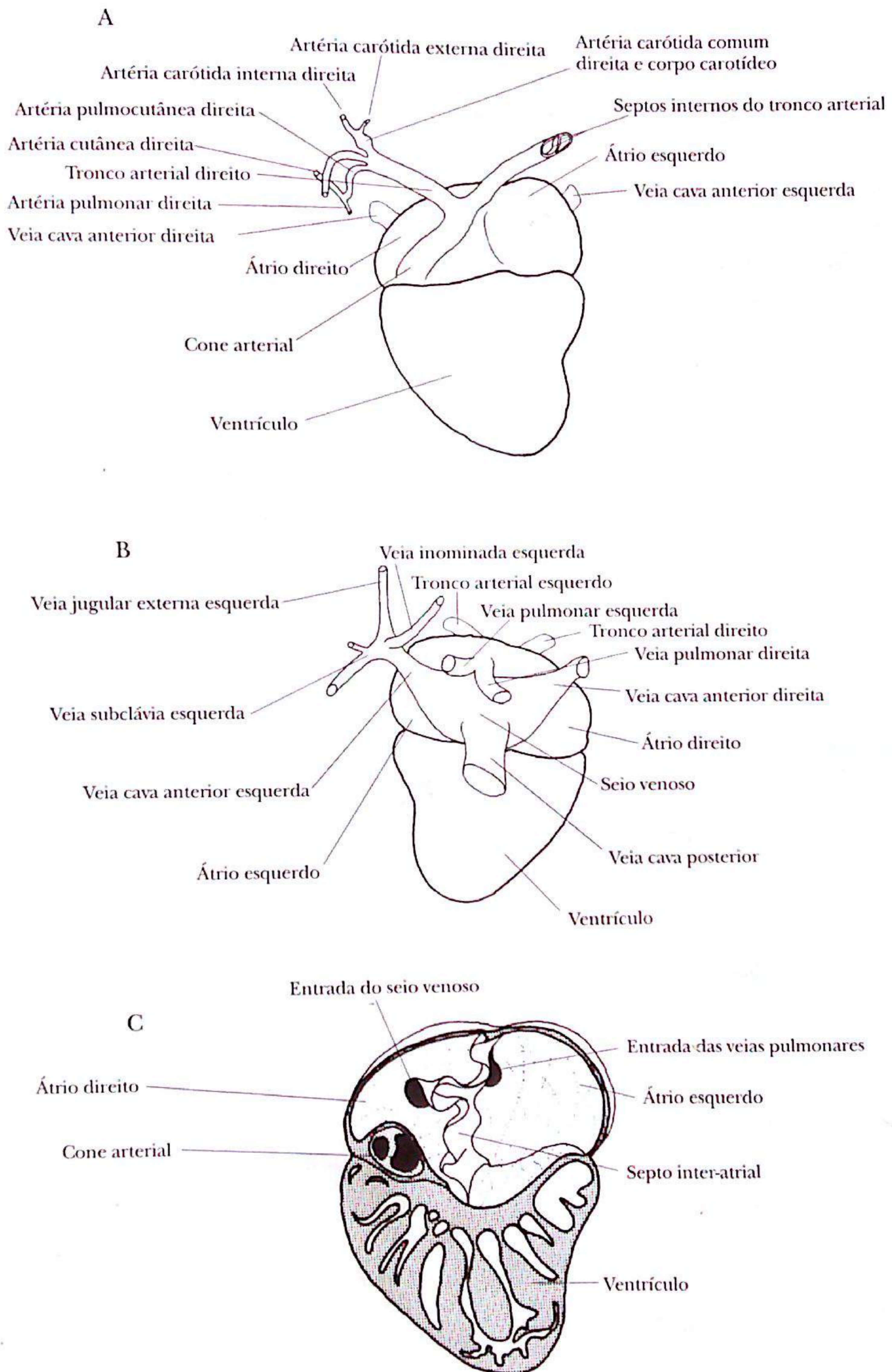


Figura 60. CORAÇÃO DA RÃ (*Rana catesbeiana*). A. Vista ventral; B. Vista dorsal; C. Coração seccionado frontalmente.

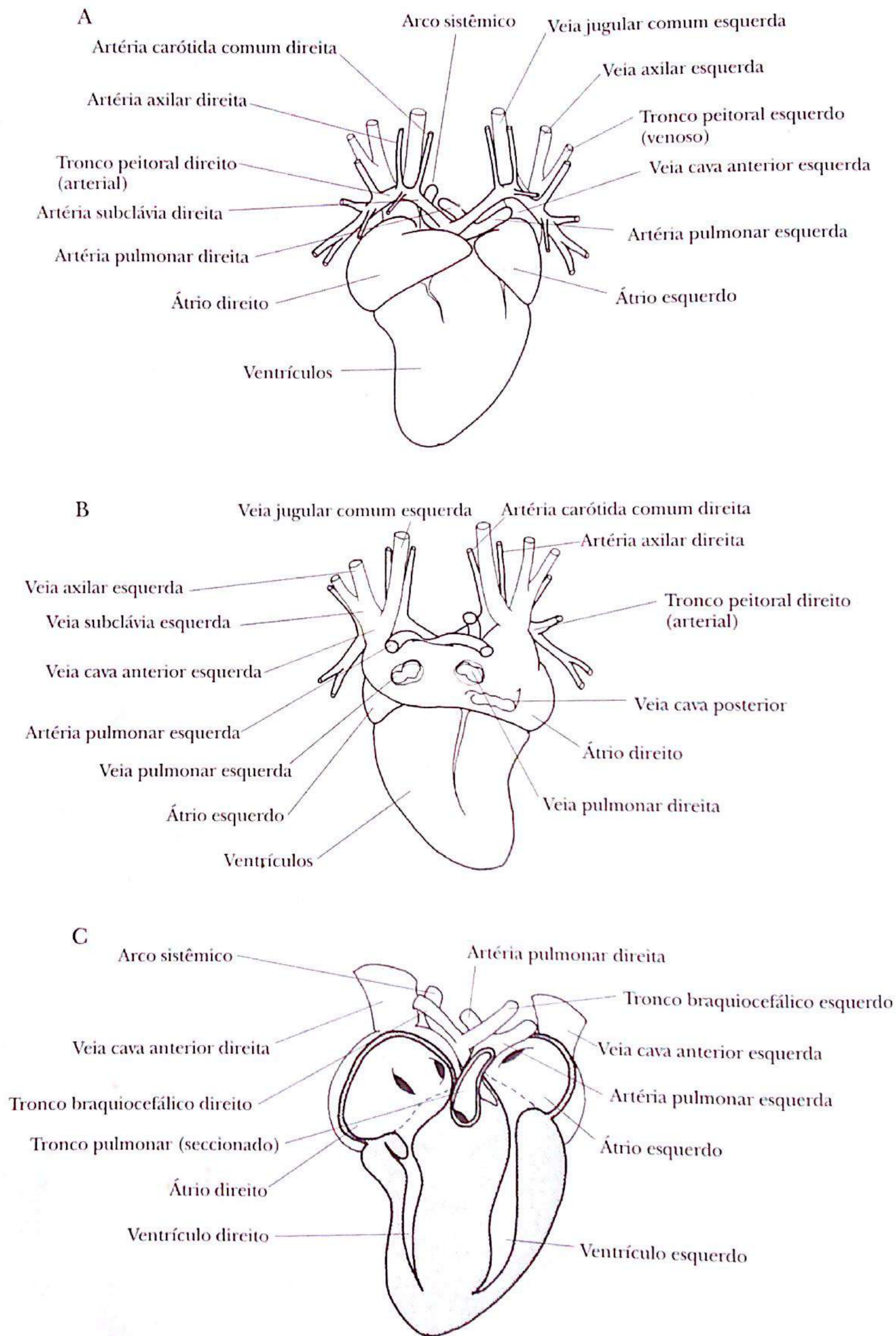


Figura 61. CORAÇÃO DO POMBO-DOMÉSTICO (*Columba livia*). A. Vista ventral; B. Vista dorsal; C. Coração seccionado frontalmente.

caudo-cranial até o xifisterno. Divide-se em dois ramos que penetram nos lobos do fígado.

19.3. AVES – Pombo-doméstico

I. Coração (Fig. 61)

Formado por quatro câmaras: dois átrios, de paredes delgadas, e dois ventrículos (aparentemente único), com paredes espessas.

II. Vasos principais (Figs. 61, 83)

Sistema Arterial

Arco sistêmico – Origina-se no ventrículo esquerdo, curva-se para o lado direito e continua-se pela aorta dorsal, que leva o sangue oxigenado para toda a região caudal do animal. Dessa artéria partem vasos que irrigam os diferentes órgãos do corpo, assim como os membros posteriores (Figs. 83, 85).

Artérias coronárias – Geralmente duas; originam-se do arco sistêmico e irrigam a parede do coração.

Troncos braquiocefálicos (= artérias inominadas) – Originam-se do arco sistêmico, pouco antes deste curvar-se para o lado direito. Cada uma delas origina uma artéria carótida comum (envia sangue para a cabeça) e uma artéria subclávia (envia sangue para as asas e cintura escapular). A primeira é bem visível na região do pescoço; abaixo da mandíbula subdivide-se em carótida interna e carótida externa.

Tronco pulmonar – Origina-se no ventrículo direito e subdivide-se em duas artérias pulmonares, que levam o sangue não-oxigenado para os pulmões.

Sistema Venoso

Veia cava posterior (= veia cava caudal) – É uma veia de grande calibre que transporta para o coração todo o sangue da região posterior do corpo. Corre paralelamente à aorta dorsal e abre-se no átrio direito. Recebe sangue de todos os órgãos e membros posteriores através das veias correspondentes (Figs. 83, 85).

Veias cava anterior (= cava cranial) direita e esquerda – Duas veias que se abrem no átrio direito. Cada uma destas recebe sangue proveniente dos membros anteriores, da musculatura peitoral e da cabeça, por meio das veias jugulares e subclávias.

Veia subclávia – Recebe sangue proveniente da asa e dos músculos peitorais e desemboca na veia cava anterior correspondente.

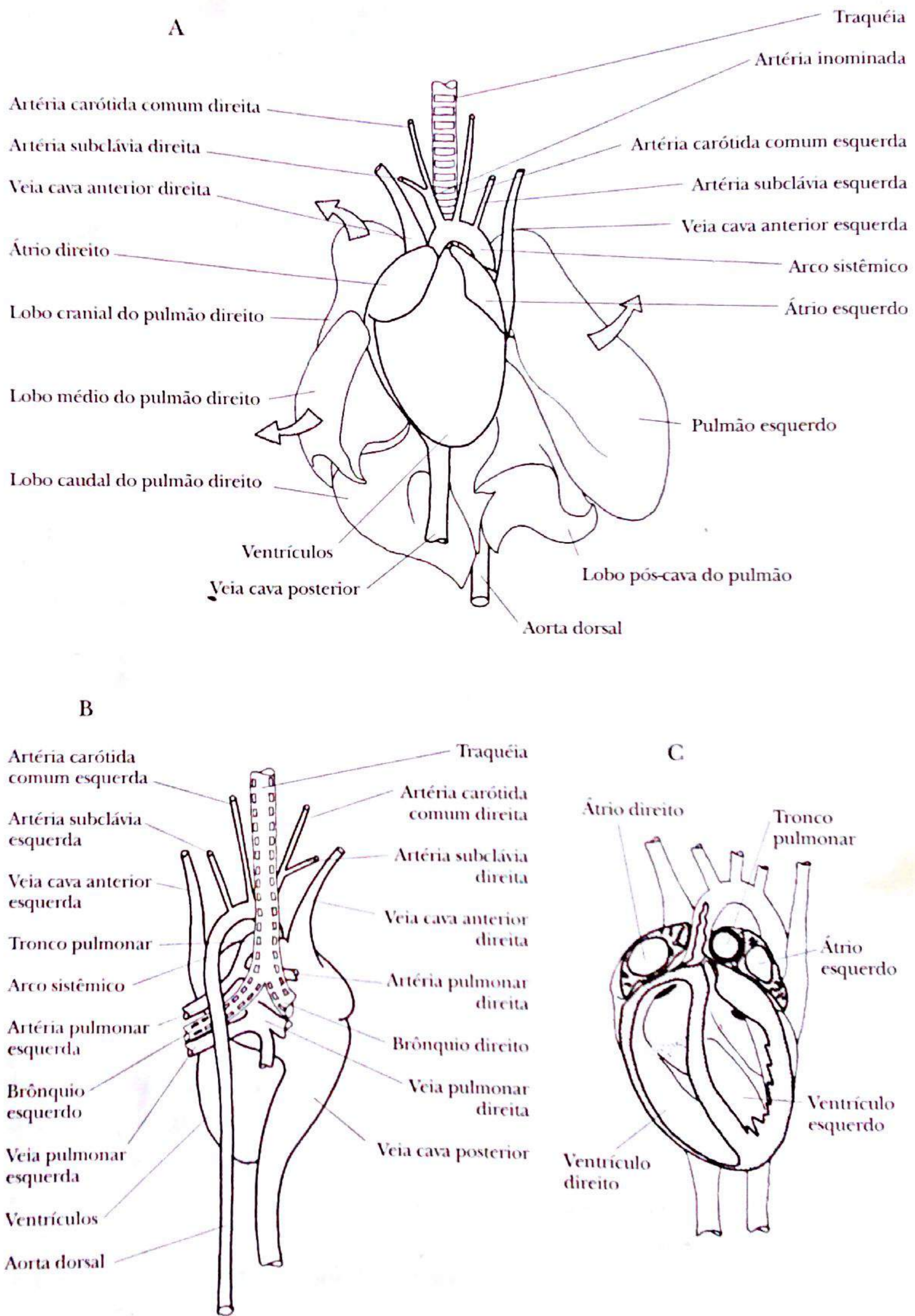


Figura 62. CORAÇÃO E PULMÕES DO RATO-BRANCO (*Rattus rattus*). A. Vista ventral; B. Vista dorsal; C. Coração seccionado frontalmente.

Veia jugular – Leva sangue venoso da cabeça para a veia cava anterior correspondente, correndo paralelamente à artéria carótida.

Tronco peitoral – drena o sangue venoso proveniente da musculatura peitoral para a veia subclávia correspondente (Fig. 80).

19.4. MAMMALIA – Rato-branco

I – Coração (Fig. 62)

Formado por quatro câmaras: dois átrios e dois ventrículos (aparentemente único).

II. Vasos principais (Fig. 62)

Sistema arterial

Arco sistêmico – Origina-se no ventrículo esquerdo, curva-se para a esquerda e a sua continuação é a aorta dorsal, que irriga os tecidos da região posterior e dos membros posteriores (Figs. 89, 90A,B).

Artérias coronárias – Emergem da base do arco aórtico e irrigam a parede do coração.

Artéria inominada – Dá origem à carótida comum direita e à artéria subclávia direita.

Artéria carótida comum esquerda – Assim como a direita, ramifica-se em artérias carótidas interna e externa.

Artéria subclávia esquerda.

Artérias pulmonares – Originam-se de um tronco pulmonar comum no ventrículo direito. Cada uma das artérias pulmonares dirige-se a um dos pulmões, onde se ramificam em artérias pulmonares menores.

Sistema venoso

Veia cava posterior – Abre-se no átrio direito, trazendo o sangue venoso da região posterior do corpo (Figs. 89, 90A,B).

Veias cavas anteriores direita e esquerda – Abrem-se no átrio direito. Cada uma delas recebe sangue das veias subclávias e jugulares (Fig. 88).

Veia pulmonar – Transporta o sangue oxigenado e abre-se no átrio esquerdo.

Após o estudo geral do sistema circulatório dos quatro vertebrados (curimatá, rã, pombo-doméstico e rato-branco), o coração de cada um deles deve ser retirado, cortando-se os vasos não muito próximos à sua origem ou chegada no coração. Cada coração deverá ser colocado em uma placa de Petri com água e reexaminado, visando o reconhecimento dos vasos. Por último, os corações devem ser abertos por uma incisão longitudinal frontal para visualização de sua organização interna.



SISTEMA UROGENITAL

Via de regra, os sistemas urinário e genital são tratados juntos, apesar de funcionalmente não terem nada em comum. O sistema urinário, mais adequadamente denominado excretor, tem como funções essenciais (1) remover os resíduos metabólicos nitrogenados e (2) eliminar quantidades controladas de água e sais minerais para a manutenção da concentração osmótica dos tecidos dentro de determinados limites. Já o sistema genital, também denominado reprodutor, tem por funções: (1) produzir as células sexuais, (2) propiciar o encontro dos gametas feminino e masculino, (3) nutrir o embrião e (4) liberar os gametas, ou os ovos, ou os filhotes para o meio externo.

A associação desses dois sistemas de órgãos é anatômica e se faz ao nível dos ductos que drenam a urina e os gametas. Os ductos arquinéfricos, que se diferenciam nas cristas urogenitais do mesômero, servem concomitantemente aos sistemas urinário e genital de alguns machos de Elasmobranchii e Amphibia, transportando tanto a urina como os espermatozóides. Já nos machos dos teleósteos os ductos arquinéfricos estão associados apenas ao sistema urinário, drenando a urina produzida nos rins. Nos répteis, aves e mamíferos, os ductos arquinéfricos estão totalmente vinculados ao sistema genital e transportam exclusivamente os espermatozóides.

Ao longo da evolução, observa-se que os ductos arquinéfricos dos machos dos vertebrados deixam de se associar ao sistema urinário e passam a drenar apenas os produtos do sistema genital. Já os ductos arquinéfricos das fêmeas dos vertebrados tiveram uma história evolutiva diferente da encontrada nos machos. Esses ductos sempre se encontram associados exclusivamente ao sistema urinário, por-

tanto drenam apenas a urina. O transporte dos óvulos e/ou a retenção do embrião são funções exercidas exclusivamente pelos ovidutos. Estes derivam de ductos embrionários pares denominados ductos de Müller. O desenvolvimento e a complexidade desses ductos têm relação com o tipo de reprodução e o ciclo reprodutivo dos animais.

Objetivos

- Identificar os órgãos e as estruturas envolvidos na excreção e na reprodução e observar a relação, existente ou não, entre esses dois sistemas de órgãos no curimatá, na rã, no pombo-doméstico e no rato-branco.

20.1. SISTEMA EXCRETOR

Procurar reconhecer e observar os órgãos e estruturas relacionados para cada um dos animais estudados.

20.1.1. TELEOSTEI – Curimatá

Deslocar a bexiga natatória e observar junto à coluna vertebral uma estrutura longa e escura: os rins. Na parte caudal dos rins podem ser vistos dois tubos esbranquiçados – os ductos arquinéfricos -, que têm origem nestes órgãos, unem-se e desembocam na papila urogenital. Próximo à desembocadura do ducto excretor há uma vesícula: a **bexiga urinária** (Fig. 70B). Por ter parede translúcida, a bexiga urinária é difícil de ser observada; para tanto, introduzir um estilete no poro urinário. O estilete é visível devido à transparência da parede e esta pode ser delimitada ao se movimentar o estilete em círculos.

20.1.2. AMPHIBIA – Rã (Fig. 79A,B)

Bexiga urinária – Duas amplas expansões ventrais de paredes translúcidas unidas na região mediana. Comunicam-se com a região ventral da cloaca.

Rins – Amarrar o intestino terminal (o reto) cranialmente à região da bexiga urinária, cortá-lo caudalmente a esta ligadura e rebatê-lo para o lado direito do animal. Liberar suas alças, seccionando o mesentério que as envolve. Observar os rins, de cor castanho-avermelhada, acolados à coluna vertebral.

Glândulas adrenais (= supra-renais) – Observáveis na face ventral dos rins como corpos achatados, alongados e de cor amarela. Em animais fixados, sua visualização pode ser difícil.

20.1.3. AVES – Pombo-doméstico (Fig.85A,B)

Rins e ureteres – Rebater os órgãos do sistema digestivo para o lado direito do animal e observar os rins na região dorsal da cavidade do corpo, caudalmente aos pulmões. São duas estruturas lobuladas avermelhadas e alojadas em reentrâncias do sinsacro. Os ureteres são ductos brancos que se originam nos rins e desembocam na cloaca. Localizar, internamente na cloaca, a abertura dos ureteres (Fig. 84).

Glândulas adrenais – Estruturas alongadas, esbranquiçadas, acoladas à região dorso-medial dos rins. Em animais fixados, sua visualização pode ser difícil.

20.1.4. MAMMALIA – Rato-branco (Fig. 90)

Rins – Para observá-los, rebater as alças intestinais para o lado direito do animal. Têm a forma de um feijão, sem lobulações, de cor castanho-avermelhada e geralmente estão envoltos por tecido adiposo. Utilizando pinças histológicas, remover esta gordura, com cuidado para não danificar os ureteres.

Ureteres – São dois ductos translúcidos que se originam na região mediana dos rins, percorrem a região dorsal da cavidade abdominal e penetram lateralmente na bexiga urinária.

Bexiga urinária – Estrutura globosa de cor esbranquiçada, localizada na região ventral da pelve. Nos machos, está entre os lobos da glândula próstata (Fig. 90B). Nas fêmeas, localiza-se cranialmente à vagina (Fig. 90A).

Glândulas adrenais – Duas estruturas pequenas, de cor rosa-escura, situadas cranialmente aos rins (muitas vezes envolvidas por tecido adiposo).

20.2. SISTEMA REPRODUTOR

Reconhecer e observar os órgãos e estruturas relacionados para cada um dos animais estudados.

20.2.1. TELEOSTEI – Curimbatá (Fig. 71)

As gônadas (testículos ou ovários) são estruturas alongadas, localizadas ventro-lateralmente à bexiga natatória. Apenas nos indivíduos reprodutivamente ativos é possível distinguir os sexos: as fêmeas apresentam gônadas alaranjadas onde se distinguem os óvulos, e os machos têm gônadas esbranquiçadas. Cada uma das gônadas continua-se, na sua porção caudal, por um ducto característico dos Teleostei, o gonoduto. Cada gonoduto desemboca na papila urogenital. Ao longo da parte dorsal da gônada há um vaso de grande calibre, a artéria da gônada.

20.2.2. AMPHIBIA – Rã

Fêmea (Fig. 79A)

- Corpo adiposo
- Ovário
- Funil do oviduto
- Oviduto

Macho (Fig. 79B)

- Corpo adiposo
- Testículos
- Ductos arquinéfricos

20.2.3. AVES – Pombo-doméstico

Fêmea (Fig. 85A)

- Ovário esquerdo (o ovário direito é atrofiado)
- Funil da trompa
- Oviduto esquerdo
- Oviduto direito rudimentar
- Abertura do oviduto na cloaca

Macho (Fig. 85B)

- Testículos
- Par de ductos deferentes
- Abertura dos ductos deferentes na cloaca

20.2.4. MAMMALIA – Rato-branco

Fêmea (Fig. 90A)

- Ovários – Pequenas massas arredondadas, avermelhadas, situadas próximo à extremidade cranial dos cornos do útero
- Ovidutos – Ductos muito finos e enovelados próximos aos ovários
- Cornos esquerdo e direito do útero
- Vagina
- Glândulas prepuciais
- Abertura da vagina

Macho (Fig. 90B)

- Testículos no interior das bolsas escrotais
- Epidídimo:

- *corpus epididymus* (corpo do epidídimo);
- *caput epididymus* (cabeça ou região proximal do epidídimo);
- *cauda epididymus* (cauda ou região distal do epidídimo).

Ductos deferentes

Vesículas seminais

Glândulas coaguladoras

Glândula próstata

Uretra

Glândulas de Cowper, de difícil observação

Glândulas prepuciais, de difícil observação

Pênis

Elaborar um quadro comparativo entre os quatro animais estudados, representando os diferentes ductos nos machos e nas fêmeas e se estão associados ao rim e/ou à gônada.



SISTEMA NERVOSO

O sistema nervoso, tendo por função a recepção, a condução e a integração dos estímulos e a coordenação das respostas induzidas e espontâneas, é muito complexo nos vertebrados, que são animais ativos com comportamento elaborado. Distinguem-se o sistema nervoso central (SNC) e o sistema nervoso periférico (SNP). O sistema nervoso central é constituído pelo **encéfalo**, na cabeça, e pela **medula espinal**, no corpo, que correspondem ao tubo nervoso dorsal presente em todos os cordados. O sistema nervoso periférico é formado por **nervos** (feixes de fibras nervosas, principalmente axônios) e **gânglios** (corpos celulares), que conduzem os estímulos do e para o SNC. O aparecimento do encéfalo nos vertebrados resultou do desenvolvimento de órgãos sensoriais especiais (órgão olfativo, olhos, ouvidos) e do aumento no número de neurônios de associação na região da cabeça (que não é definida nos demais cordados), ligado a comportamentos complexos.

Provavelmente já nos primeiros vertebrados o encéfalo era dividido em três vesículas dispostas longitudinalmente – **prosencefalo**, **mesencefalo** e **rombencefalo**. Essas divisões, visíveis nos embriões de todos os vertebrados atuais, têm seu desenvolvimento relacionado com as três modalidades sensoriais centradas na cabeça – olfação, visão e equilíbrio/audição, respectivamente. O prosencefalo subdivide-se em **telencefalo** (que retém as funções relativas à olfação) e **diencefalo**; o rombencefalo subdivide-se em **metencefalo** (= cerebelo) (equilíbrio/audição) e **mielencefalo** (= bulbo ou medula oblonga). O mesencefalo, por sua vez, permanece indiviso.

Nos vertebrados, a principal tendência evolutiva foi no sentido de transferir as funções de integração do comportamento do mesencefalo para o telencefalo,

que se desenvolve cada vez mais e, nos mamíferos, assume inclusive as funções visuais, desempenhadas anteriormente pelo mesencéfalo. O diencéfalo (funções autônomas – metabolismo, sono, emoções) e o mielencéfalo (funções vegetativas) são evolutivamente conservadores. Já o grau de desenvolvimento do metencéfalo está relacionado ao ambiente de vida e à complexidade dos movimentos: vertebrados aquáticos e aéreos e mamíferos, animais altamente exploratórios e muitos com capacidade de manipulação, têm metencéfalo relativamente grande.

O modo de vida dos diferentes vertebrados também pode ser deduzido a partir do estudo do encéfalo. Por exemplo, teleósteos que se orientam principalmente pelo olfato e/ou gustação apresentam o telencéfalo e certos núcleos do mielencéfalo respectivamente desenvolvidos; são em geral animais de atividade noturna ou habitantes de águas turvas, fundo de rios, lagos ou oceanos etc.; já teleósteos primariamente visuais, diurnos e habitantes de águas límpidas, têm o mesencéfalo relativamente mais desenvolvido. Assim, o estudo comparado das diferentes partes do encéfalo proporciona informações valiosas sobre a evolução e a história natural dos diversos vertebrados.

Objetivos

- Comparar o encéfalo de alguns vertebrados quanto ao desenvolvimento relativo de suas partes, relacionando-o com fatores históricos (filogenia) e ecológicos (modo de vida).
- Observar alguns nervos cranianos e espinais, reconhecendo-os através da bibliografia indicada.

21.1. ESTUDO DO ENCÉFALO

Este estudo pode ser realizado em conjunto com o dos órgãos sensoriais.

21.1.1. ELASMOBRANCHII – Cação

Estudo da lâmina de corte sagital de cabeça de embrião de cação (Fig. 63). Observar as diferentes regiões do encéfalo.

Telencéfalo

Diencéfalo

Mesencéfalo

Metencéfalo

Mielencéfalo

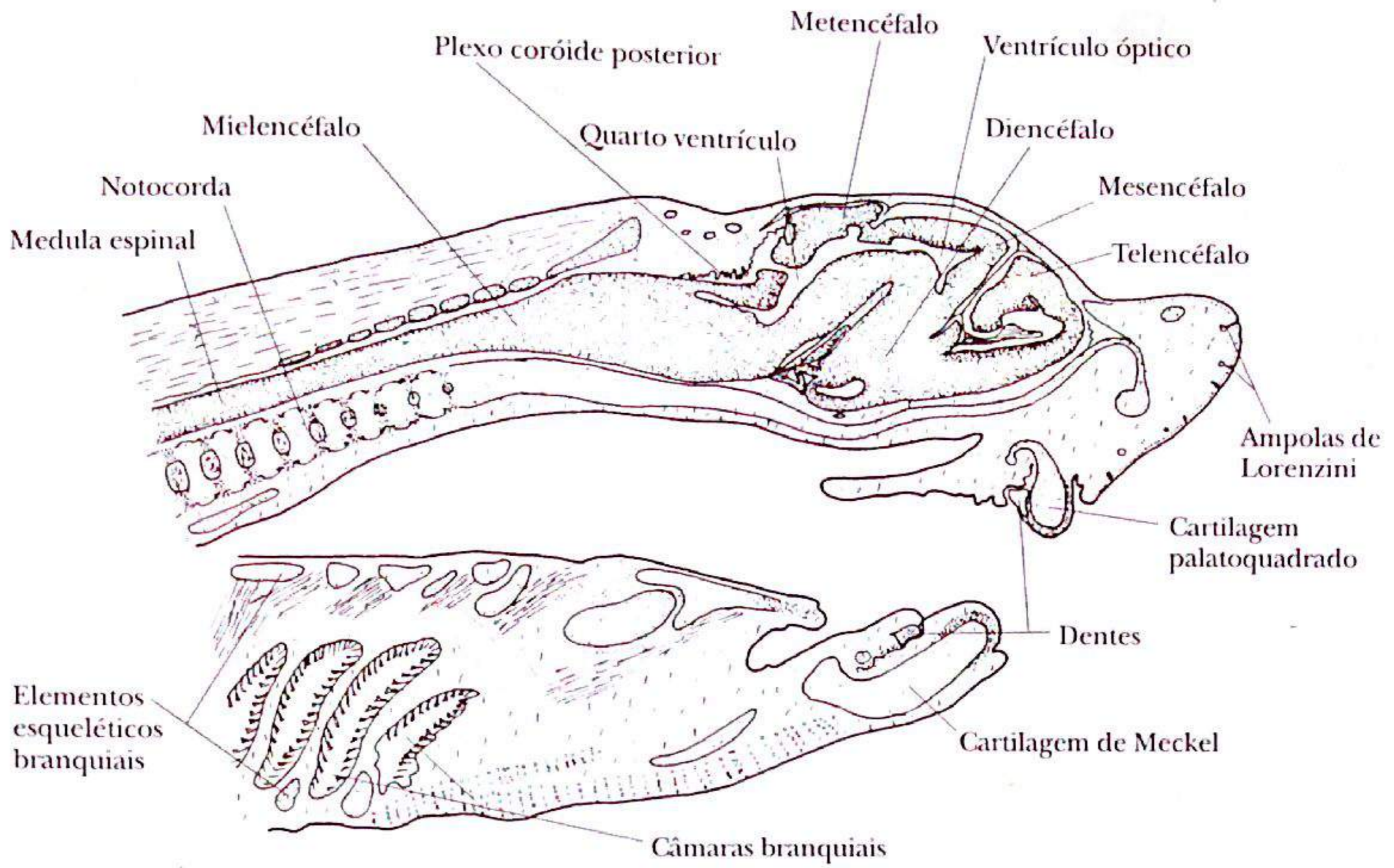


Figura 63. CABEÇA DE EMBRIÃO DE CAÇÃO em corte parassagital.

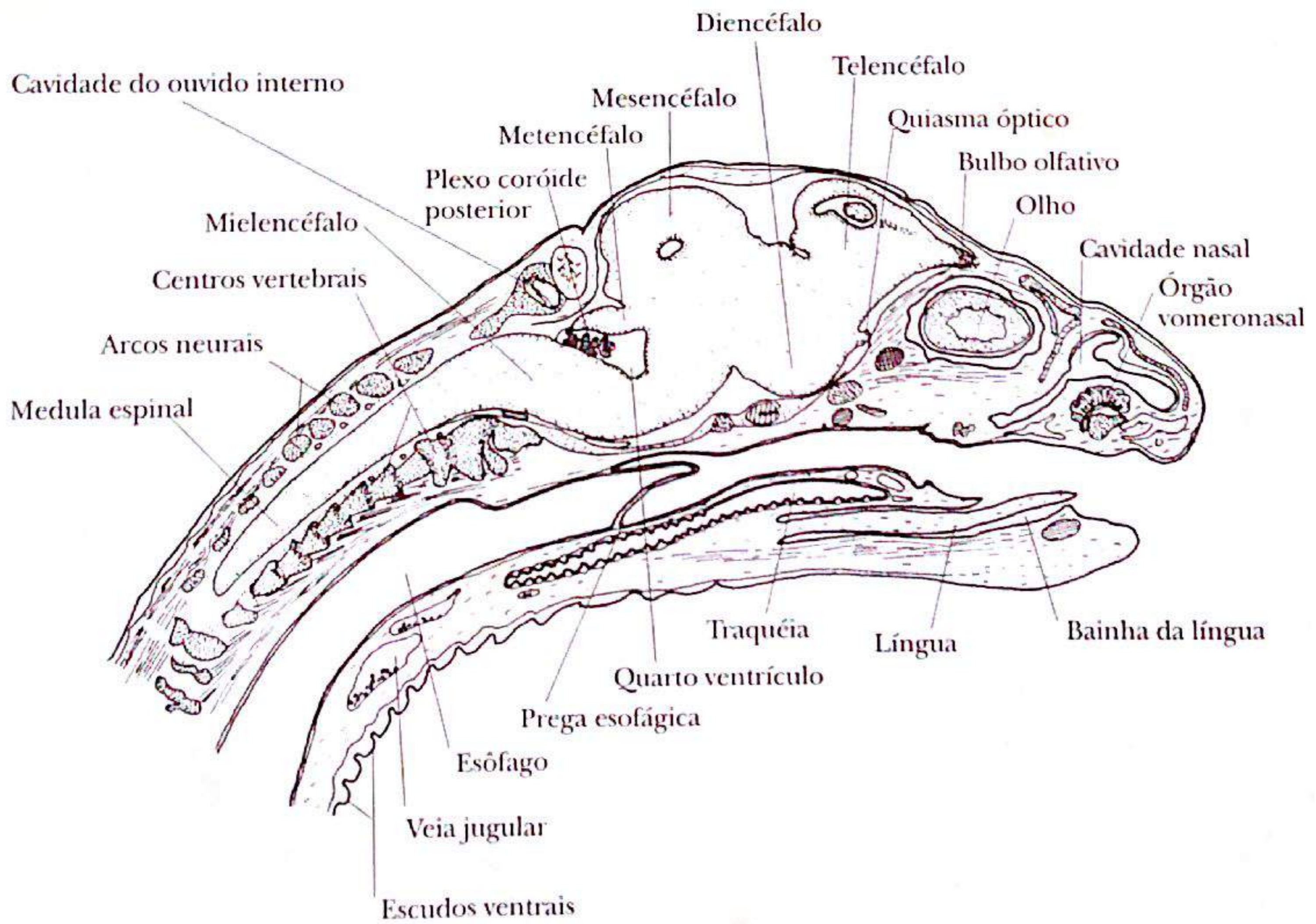


Figura 64. CABEÇA DE EMBRIÃO DE SERPENTE em corte parassagital.

21.1.2. SERPENTES – Serpente

Estudo de corte sagital de cabeça de embrião de serpente (Fig. 64). Observar as diferentes regiões do encéfalo:

Telencéfalo, com bulbo olfativo;

Diencéfalo, com hipófise visível dependendo da posição do corte

Mesencéfalo

Metencéfalo

Mielencéfalo, com plexo coróideo posterior

21.1.3. TELEOSTEI – Curimbatá

Para expor e/ou retirar o encéfalo do peixe é necessário abrir uma janela no teto do crânio. Essa janela deve ser feita com o auxílio de um osteótomo, pois os ossos dessa região são muito espessos e não é aconselhável usar tesouras, que perdem o corte na operação. As incisões devem seguir a margem dorso-lateral da cabeça, desde a região das narinas até a frente da primeira nadadeira dorsal.

As incisões devem ser feitas com cuidado para não destruir as membranas que envolvem o encéfalo. Como o peixe foi previamente fixado em formol 4% v/v, o encéfalo encontra-se íntegro e com rigidez suficiente para ser manipulado. Após a abertura do teto do crânio, remover os ossos e músculos de um dos lados da cabeça para expor a parte lateral do encéfalo. Na porção látero-caudal da cabeça localizam-se os canais semicirculares, estruturas translúcidas do ouvido interno (labirinto membranoso). Este deve ser preservado para as observações referentes aos órgãos sensoriais. Para mantê-lo íntegro, retirar, com pinça histológica, a gordura e os tecidos conjuntivos que envolvem o labirinto membranoso.

Remover os ossos ao redor do olho. Após o estudo *in loco*, retirar o encéfalo, descolando-o do assoalho do crânio com o auxílio de pinça histológica de ponta romba. Libertar a porção rostral dos bulbos olfativos presa às rosetas olfativas, preservando-as.

Seccionar os músculos que movimentam os olhos, de tal forma que estes fiquem presos apenas pelo nervo óptico. Cortar os nervos ópticos o mais distalmente possível do encéfalo. Desse modo, o encéfalo estará solto na sua porção rostral e poderá ser levantado em direção caudal.

Seccionar com um bisturi a medula espinal o mais distalmente possível do encéfalo, para preservar o maior número de nervos cranianos. Nesse momento o encéfalo estará totalmente livre da caixa craniana e deverá ser retirado e colocado em placa de Petri para que possam ser observadas as estruturas mostradas na Figura 65.

Bulbos e tratos olfativos

Telencéfalo

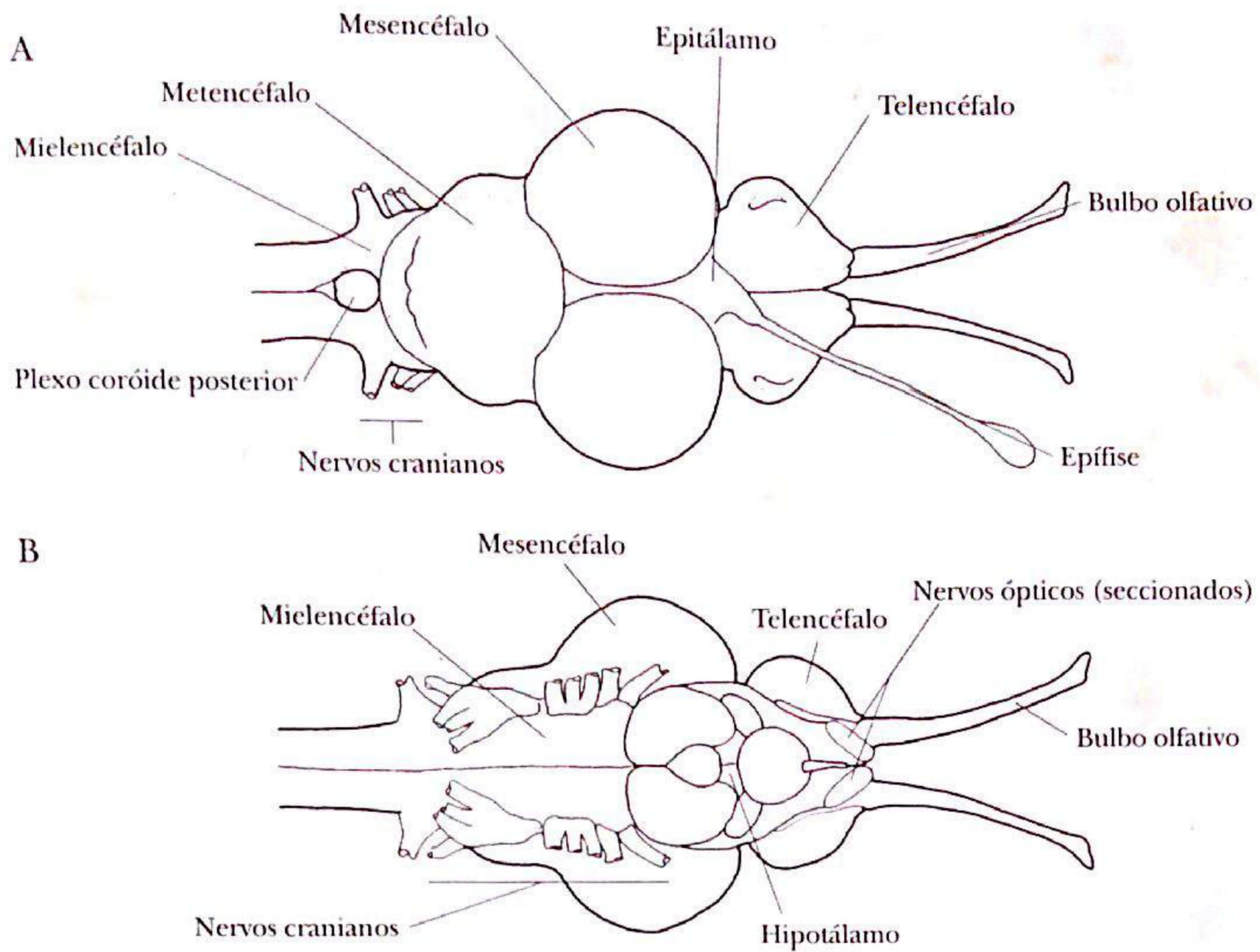


Figura 65. ENCÉFALO DE CURIMBATÁ (*Prochilodus lineatus*). A. Vista dorsal; B. Vista ventral.

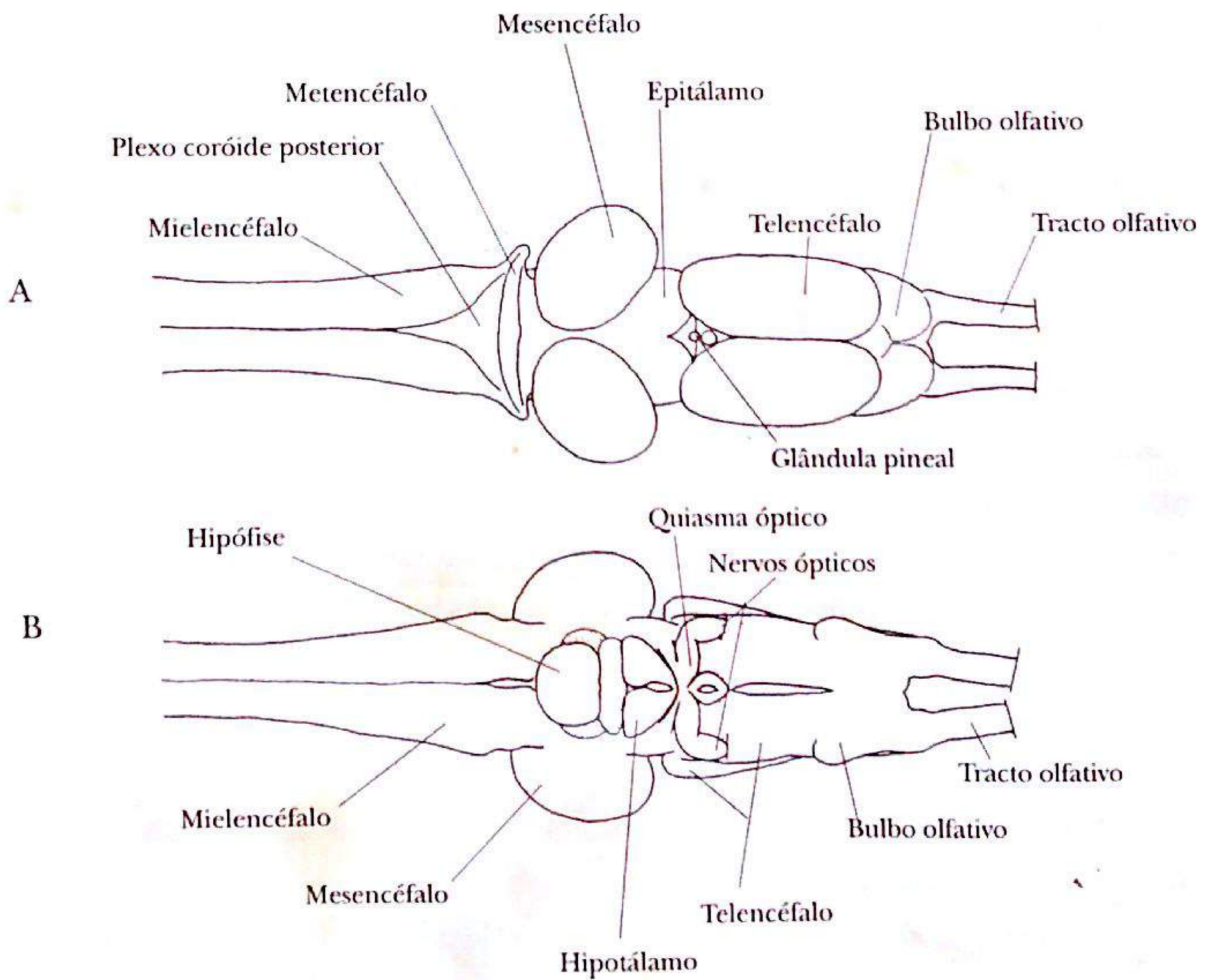


Figura 66. ENCÉFALO DE RÃ (*Rana catesbeiana*). A. Vista dorsal; B. Vista ventral.

Diencéfalo: epífise (dorsalmente), hipotálamo, hipófise e quiasma óptico (ventralmente)

Mesencéfalo: lobos ópticos

Metencéfalo (cerebelo)

Mielencéfalo

Nervos cranianos V a X, saindo do bulbo

Cortar o encéfalo segundo o plano sagital e observar as estruturas listadas a seguir.

Ventrículos laterais (1º e 2º ventrículos, no telencéfalo)

3º ventrículo (diencéfalo)

Ventrículo do mesencéfalo

4º ventrículo (mielencéfalo)

Para retirar o encéfalo da rã (Fig. 66), do pombo-doméstico (Fig. 67) e do rato-branco (Fig. 68), proceder do mesmo modo que para o peixe, isto é, fazer uma janela dorsal no crânio e realizar as incisões já descritas.

Os encéfalos devem ser colocados em placas de Petri para que sejam observados de modo comparativo em diferentes vistas. Cortar os encéfalos segundo o plano sagital e observar os ventrículos presentes em cada grupo.

A rã constitui o material mais adequado para o estudo do sistema nervoso periférico. Após rebater as vísceras, observar os nervos espinais e os gânglios do tronco simpático do SNP, consultando a bibliografia.

A evolução do encéfalo dos vertebrados, enfocando as modificações ocorridas na filogenia e as adaptações aos diferentes modos de vida (locomoção aquática, terrestre ou aérea, atividade diurna ou noturna, hábito predador ou herbívoro etc.), pode ser discutida a partir de modelos artificiais de encéfalos de vertebrados diversos – peixes agnatos, elasmobrânquios e actinopterígeos, anfíbios, répteis (lagarto, tartaruga, jacaré), aves, mamíferos (herbívoros e predadores de diferentes portes).

Atividades Complementares

Os elasmobrânquios apresentam um dos maiores índices de encefalização (tamanho do encéfalo em relação ao tamanho do corpo) observados entre os vertebrados poiquilotérmicos. O tamanho e a disposição linear do encéfalo e o tamanho dos nervos cranianos tornam-nos um material de excelente qualidade didática para o estudo do sistema nervoso.

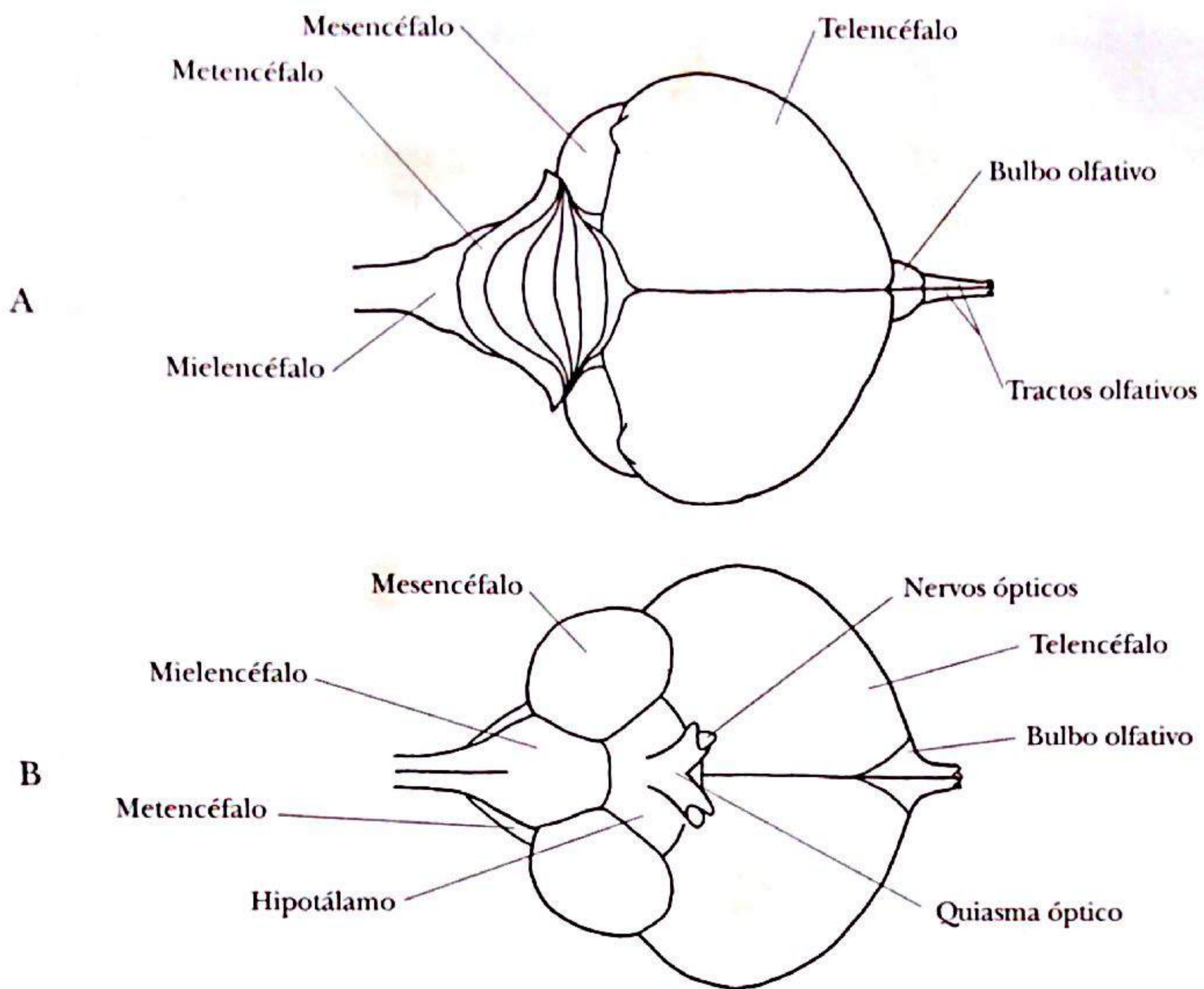


Figura 67. ENCÉFALO DE POMBO-DOMÉSTICO (*Columba livia*). A. Vista dorsal; B. Vista ventral.

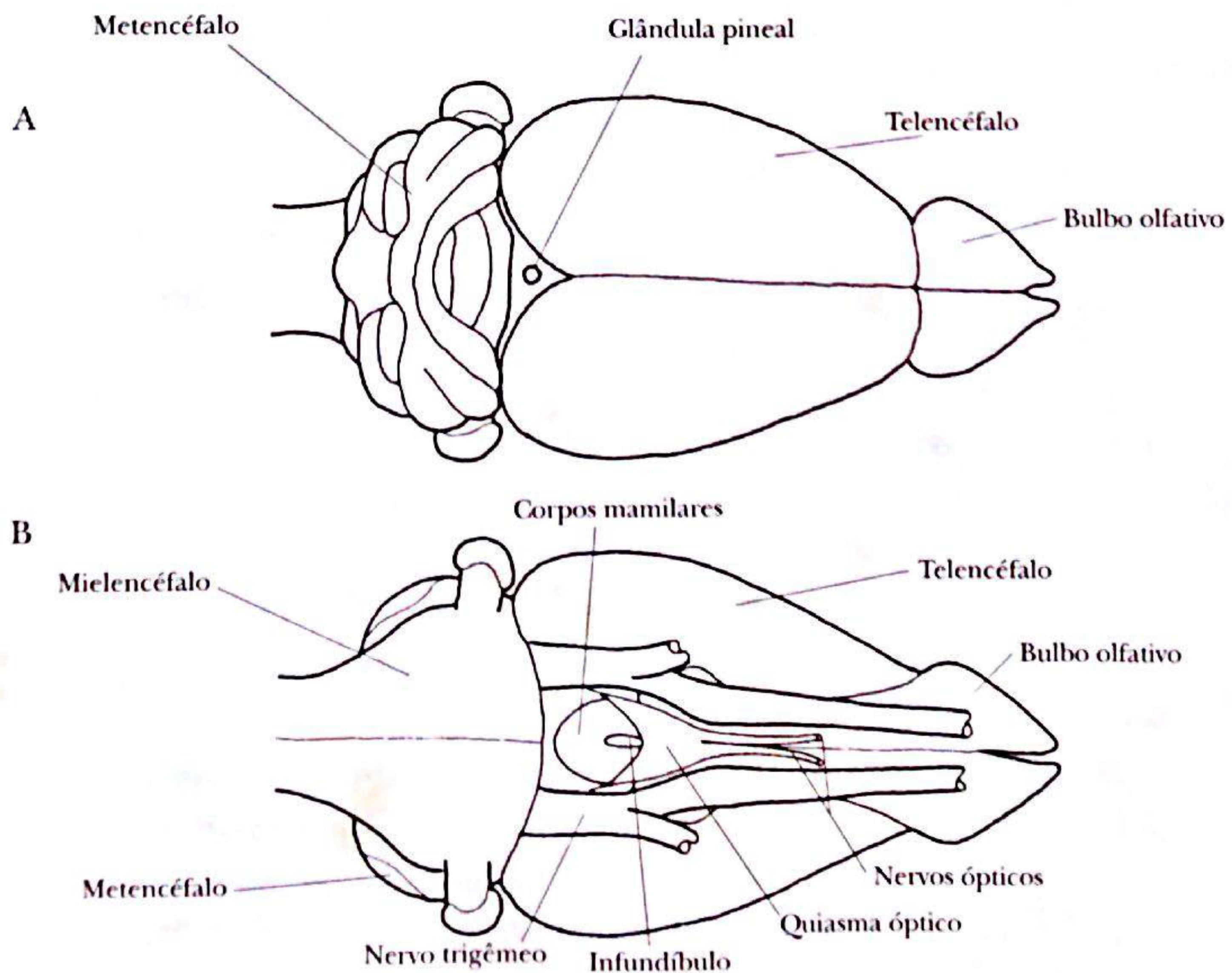


Figura 68. ENCÉFALO DE RATO-BRANCO (*Rattus rattus*). A. Vista dorsal; B. Vista ventral.

Assim, havendo disponibilidade desse material, sugere-se a dissecação de cabeça de cação, segundo o método já descrito para a exposição do encéfalo. Para orientação quanto à posição do encéfalo na cabeça e reconhecimento das estruturas, utilizar a bibliografia básica (ex.: WALKER & HOMBERGER, 1992; HILDEBRAND, 1988).



ÓRGÃOS SENSORIAIS

Os órgãos sensoriais contêm as estruturas especializadas em receber os estímulos externos (ambientais) e internos (proprioceptivos) e transmiti-los ao SNC. Podem ser classificados de acordo com vários critérios que auxiliam na compreensão do seu funcionamento.

De acordo com a natureza do estímulo, têm-se os sentidos químicos – olfação, gustação; mecânicos – tato, percepção de vibrações, equilíbrio, audição; luminosos – visão; e eletromagnéticos – eletorrecepção. De acordo com o tipo de célula sensorial, têm-se os receptores primários, quando os estímulos são recebidos diretamente pelas células nervosas (ex.: olfação) e receptores secundários, quando células não-nervosas recebem os estímulos e os transmitem para o sistema nervoso (ex.: gustação, audição). Conforme sua distribuição, têm-se os receptores generalizados, estruturas geralmente simples que ocorrem em áreas relativamente grandes do corpo –, tato, percepção de vibrações e gustação nos peixes –, e os receptores localizados, em órgãos sensoriais geralmente da cabeça – olfação, visão, audição e equilíbrio. Estes últimos são adequados para a observação macroscópica e serão o principal objeto deste estudo.

O desenvolvimento dos órgãos sensoriais está geralmente relacionado aos hábitos de vida dos animais e seu estudo comparado pode revelar o ambiente em que vivem, suas fases de atividade (diurna ou noturna), modo de orientação espacial, estratégias alimentares etc.

Objetivos

- Estudar os órgãos sensoriais localizados na cabeça de alguns vertebrados, distinguindo entre os de ocorrência mais geral entre os Vertebrata e aqueles específicos de alguns grupos.
- Comparar os olhos de vários vertebrados, relacionando as diferenças observadas com aspectos de seu funcionamento.
- Observar outros órgãos sensoriais, tais como o ouvido e a linha lateral.

22.1. ESTUDO DOS ÓRGÃOS SENSORIAIS

Para um melhor aproveitamento, esse estudo pode ser realizado em conjunto com o do sistema nervoso. Os materiais estudados são: corte sagital de embrião de cação e de cobra; os quatro animais previamente dissecados; elasmobrânquios e teleósteos adultos (para observações externas podem ser aproveitados exemplares utilizados na identificação de peixes).

22.1.1. ÓRGÃO OLFATIVO – Quimiorreceptores

Examinar externamente os órgãos olfativos dos diversos animais, observando o número e a posição das aberturas nasais. Com uma tesoura de pontas finas, abrir a cavidade olfativa do curimatá e a da rã, para expor seu interior.

Elasmobranchii – Rebater o septo que separa a abertura inalante da exalante para observar a **roseta olfativa**, formada por dobras da mucosa nasal. Os órgãos olfativos podem também ser observados em cortes parassagitais de cabeça de embrião de cação (Fig. 63).

Teleostei – Comparar com os elasmobrânquios.

Amphibia – Observar a presença de coanas e o saco olfativo liso.

Reptilia, Serpentes – Observar no corte sagital da cabeça de embrião de serpente (Fig. 64) a mucosa olfativa e o **órgão vomeronasal** (= órgão de Jacobson).

Aves – Observar as coanas abrindo-se em fenda mediana do palato.

Mammalia – Observar a posição da coana, situada na região posterior da cavidade oral, e o aumento da área da mucosa olfativa proporcionada pelos ossos turbinados.

22.1.2. LINHA LATERAL – Mecanorreceptores

Localizar externamente os canais da linha lateral na cabeça (três ramos) e no corpo (geralmente um canal único) de elasmobrânquios e teleósteos.

22.1.3. OUVIDO – Mecanorreceptores

O curimatá é o material mais adequado para o estudo do ouvido interno. Por ocasião da abertura da caixa craniana, foi exposto o labirinto membranoso. Observar os canais semicirculares, analisando sua disposição espacial. Retirar o otólito, grande concreção calcificada de posição látero-caudal na cabeça, que ocupa o espaço interno do labirinto. Sua forma varia com a espécie – discutir sua função.

Verificar que a ocorrência de pavilhão auditivo (orelha) está restrita aos mamíferos. Qual sua função? O tímpano é típico dos tetrápodes, embora tenha sido perdido secundária e independentemente em alguns grupos.

22.1.4. AMPOLAS DE LORENZINI – Eletorreceptores

Observar, no corte sagital da cabeça de embrião de cação (Fig. 63), as ampolas de Lorenzini, que são neuromastos modificados.

Discutir a função das ampolas de Lorenzini e do órgão vomeronasal no comportamento alimentar.

22.1.5. OLHO – Fotorreceptores

TELEOSTEI – Curimatá

Retirar o olho, seccionando os músculos extrínsecos que movimentam o globo ocular (o nervo óptico já foi cortado para a remoção do encéfalo).

Examinar a forma do olho, a pupila, o nervo óptico e os seis músculos extrínsecos (retos dorsal, ventral, medial e lateral, e oblíquos dorsal e ventral). Após o estudo da morfologia externa, seccionar transversalmente o olho, dividindo-o em duas metades (proximal e distal). Observar as estruturas listadas abaixo.

Humor vítreo

Esclerótica

Coróide com pigmento negro

Retina

Cristalino esférico

Ponto de entrada do nervo óptico

Proceder da mesma forma para estudar o olho da rã, do pombo-doméstico e do rato-branco. Observar a membrana nictitante na rã e no pombo, o pecten e o anel de ossos escleróticos do pombo.

Analisar, em todos os exemplares, os seguintes aspectos:

- tamanho relativo do olho, relacionando-o com o modo de vida do animal;
- forma da córnea;
- tamanho e forma do cristalino.

Atividade Complementar

Dissecção do olho de mamífero de grande porte:

Mamíferos de grande porte (boi, cabra, porco) fornecem excelente material para o estudo da morfologia do olho. O procedimento descrito para o peixe pode ser adotado aqui, com a vantagem de uma melhor visualização das estruturas.

FIGURAS 69 A 90

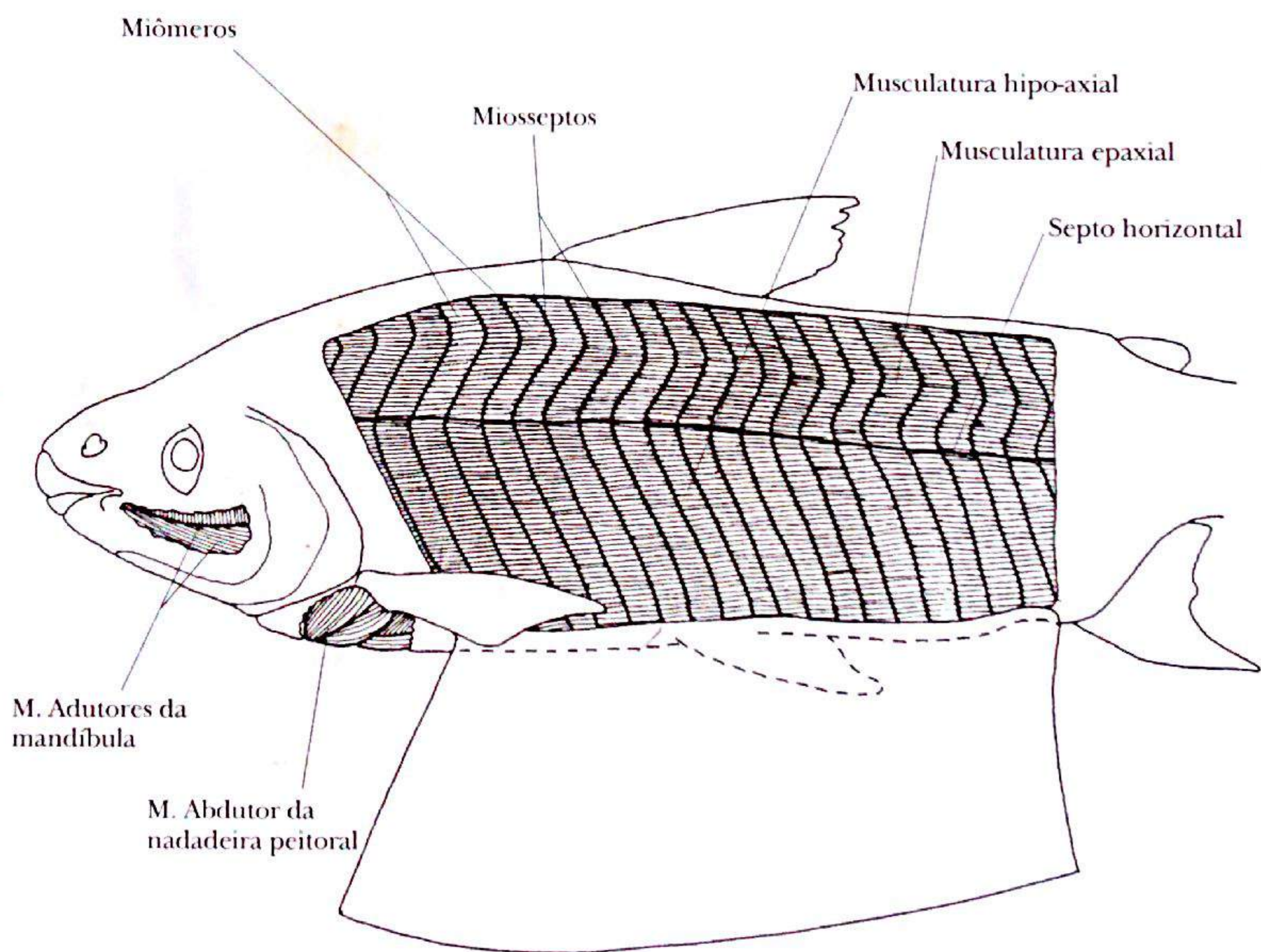


Figura 69. MUSCULATURA DO CURIMBATÁ (*Prochilodus lineatus*). Vista lateral.

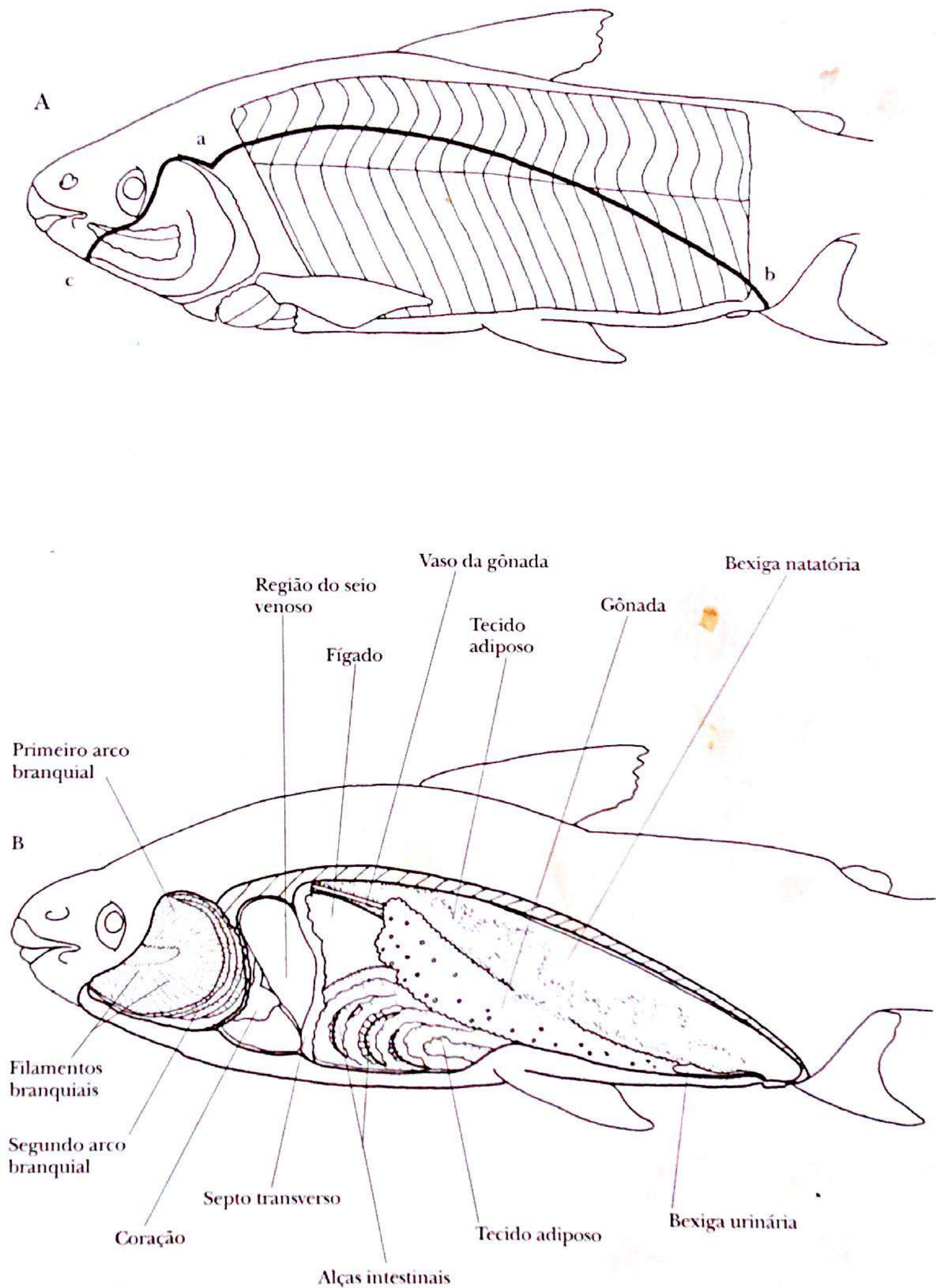


Figura 70. CURIMBATÁ (*Prochilodus lineatus*) em vista lateral. A. Incisões para exposição das vísceras; B. Vísceras expostas.

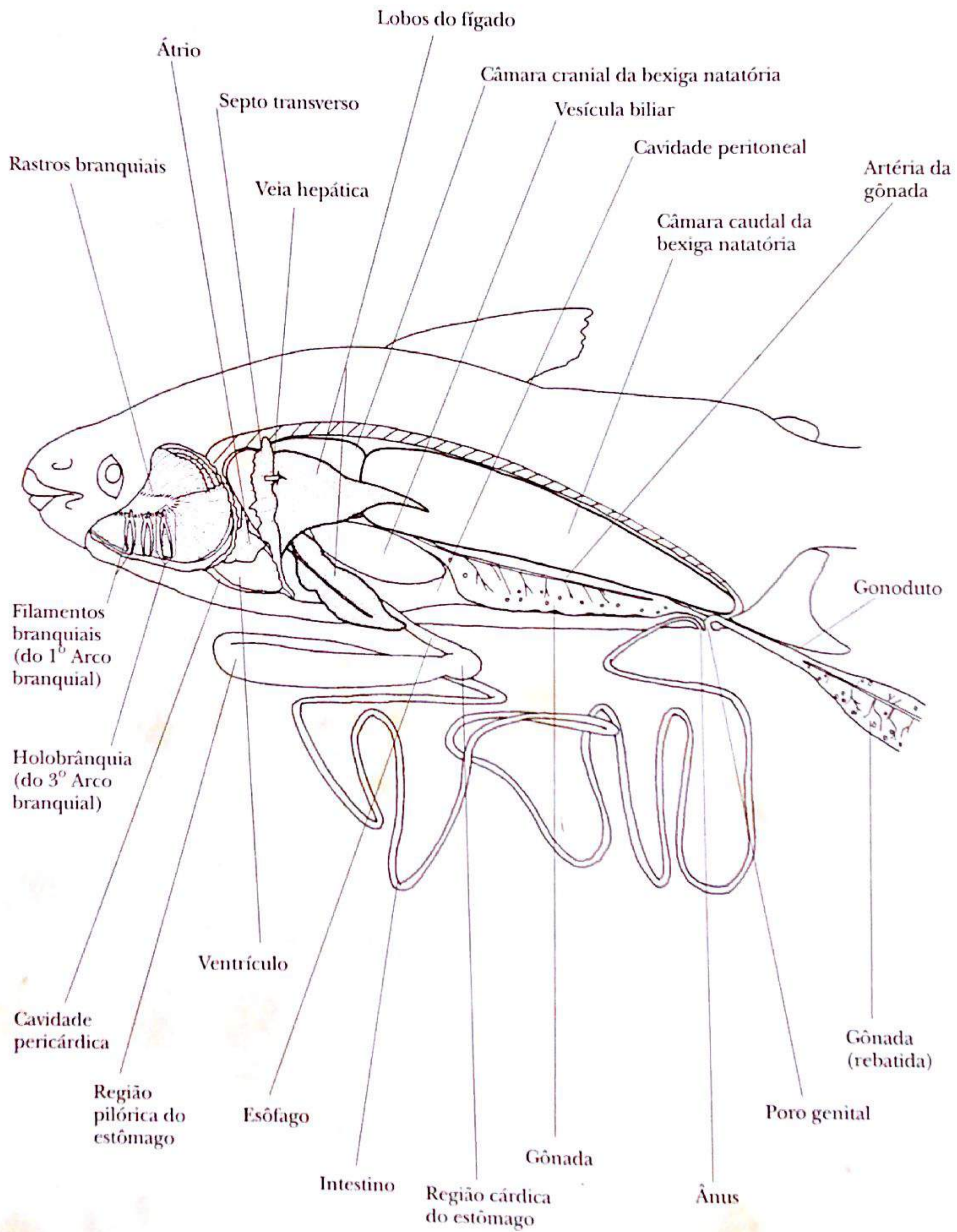


Figura 71. CURIMBATÁ (*Prochilodus lineatus*) em vista lateral. O estômago, o intestino e a gônada esquerda foram afastados da cavidade peritoneal. Os três primeiros arcos branquiais foram seccionados.

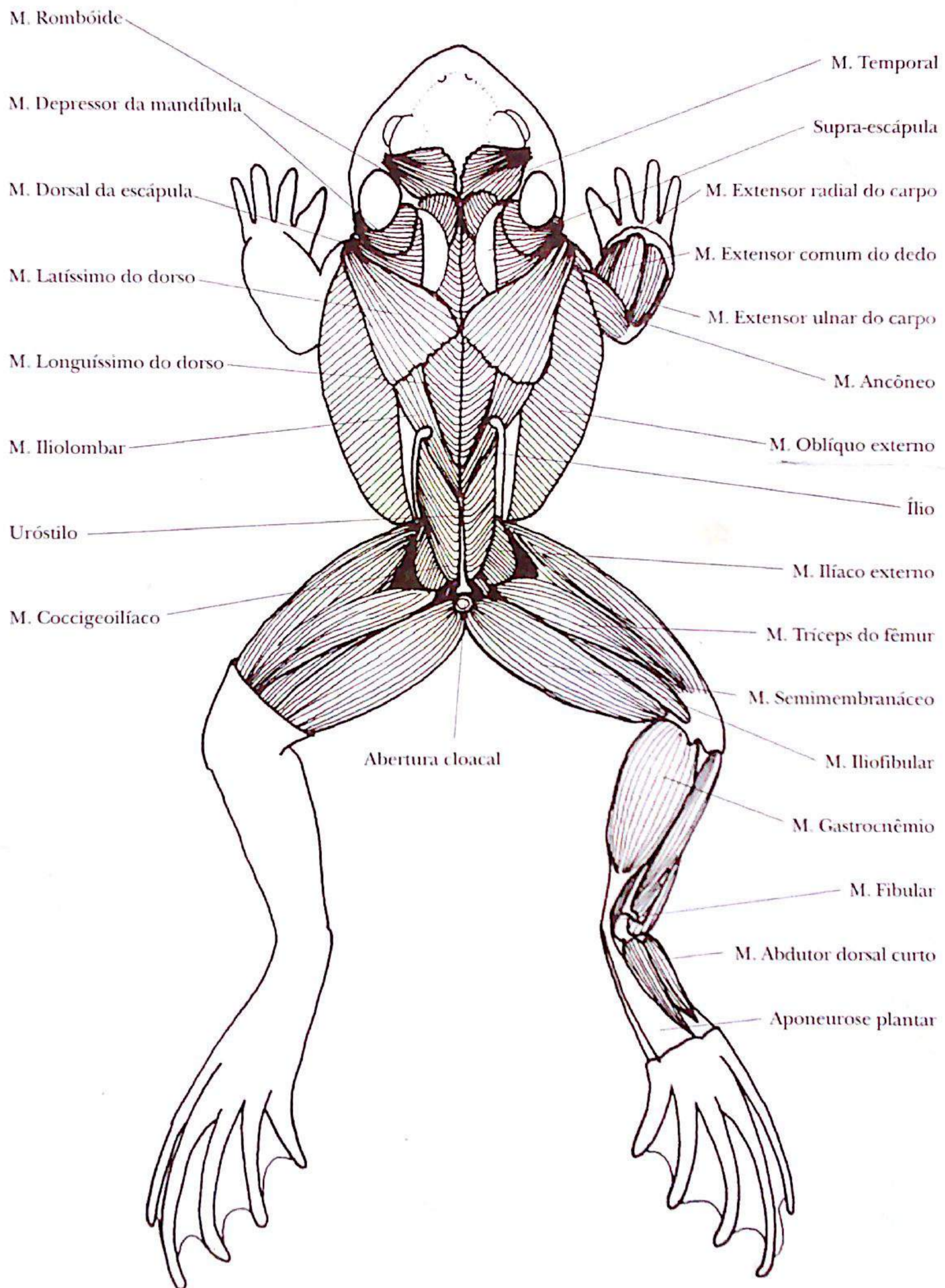


Figura 72. MUSCULATURA DA RÃ (*Rana catesbeiana*) em vista dorsal.

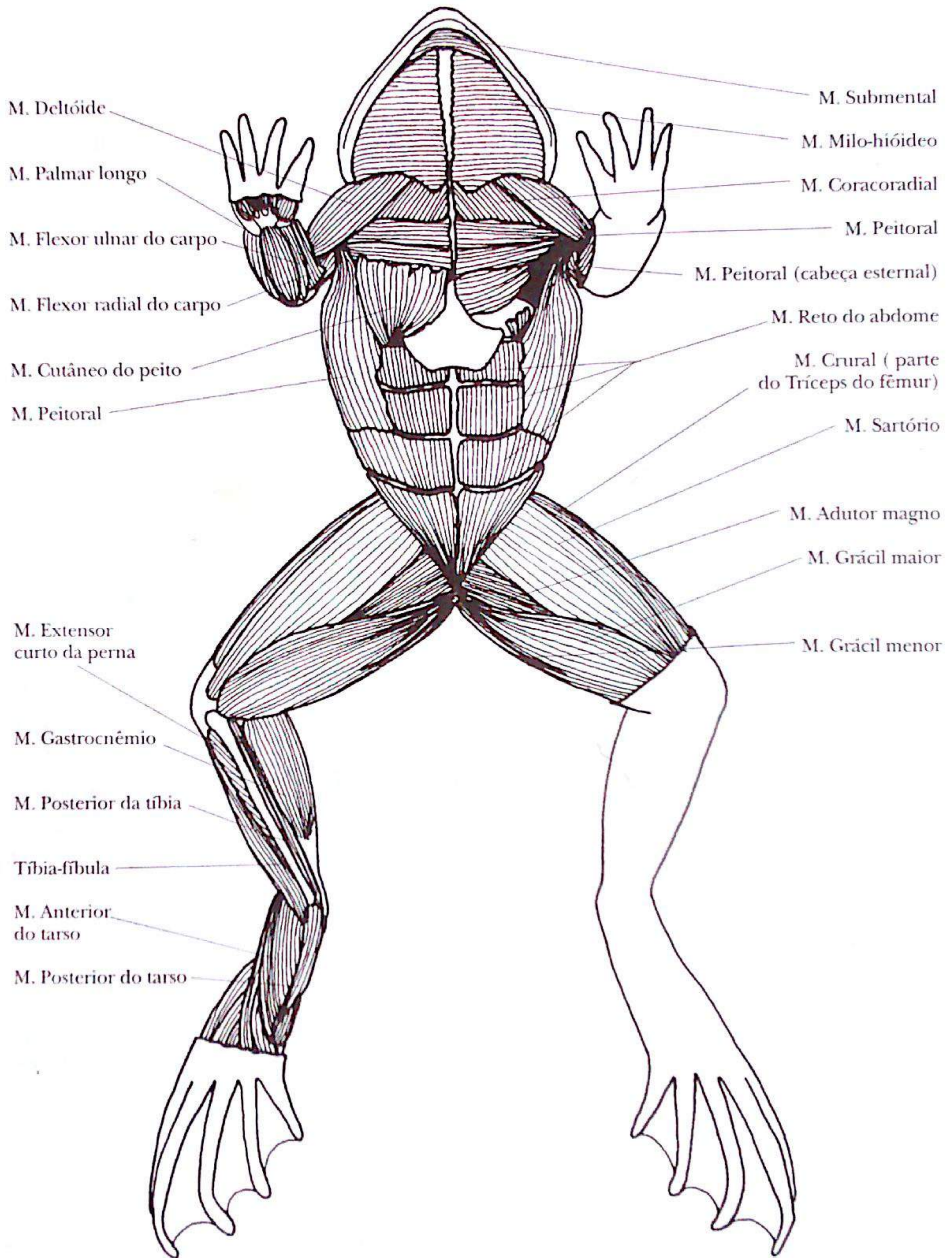


Figura 73. MUSCULATURA DA RÃ (*Rana catesbeiana*) em vista ventral. O músculo cutâneo do peito esquerdo foi removido.

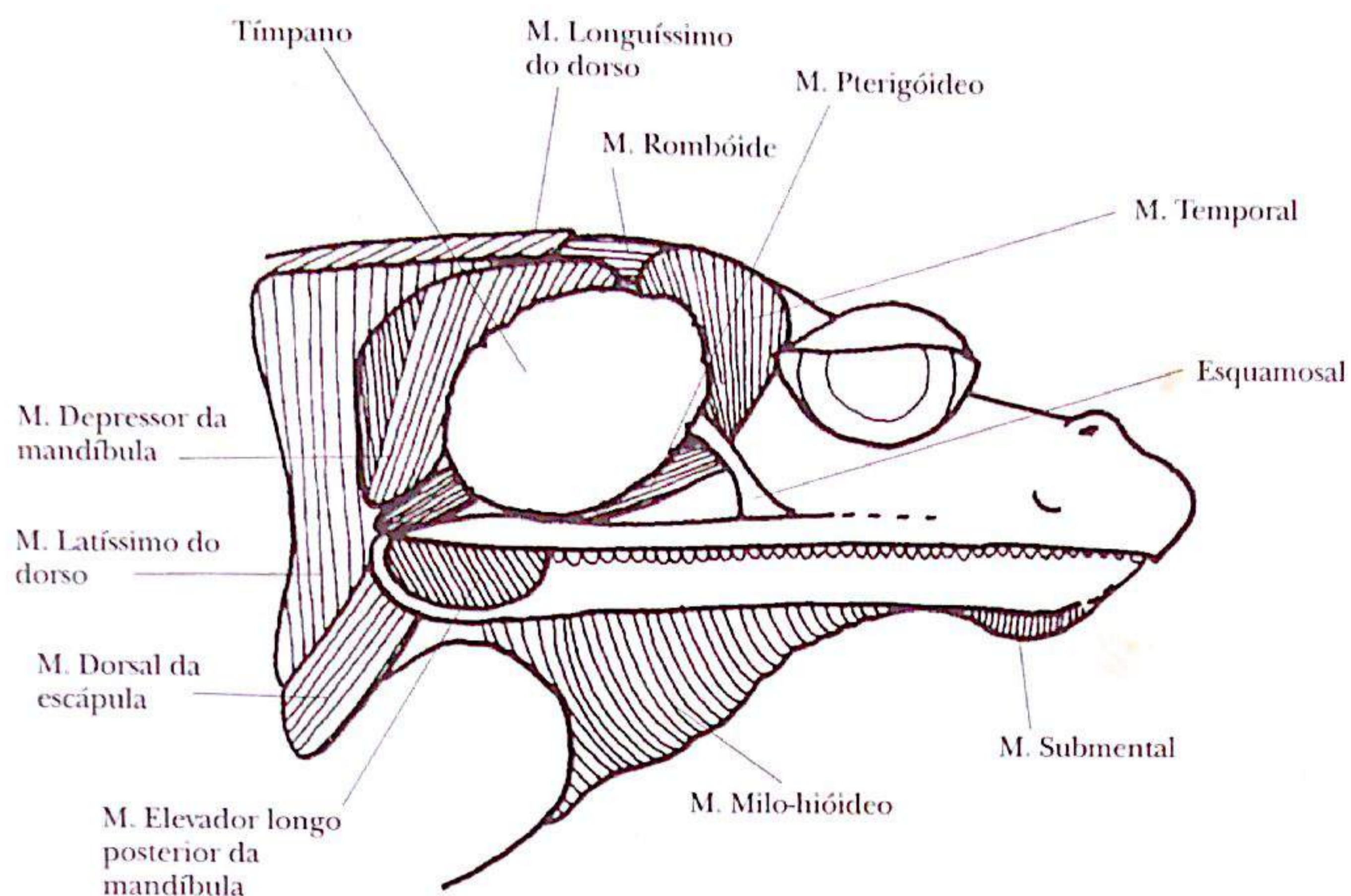


Figura 74. MUSCULATURA DA CABEÇA DA RÃ (*Rana catesbeiana*) em vista lateral.

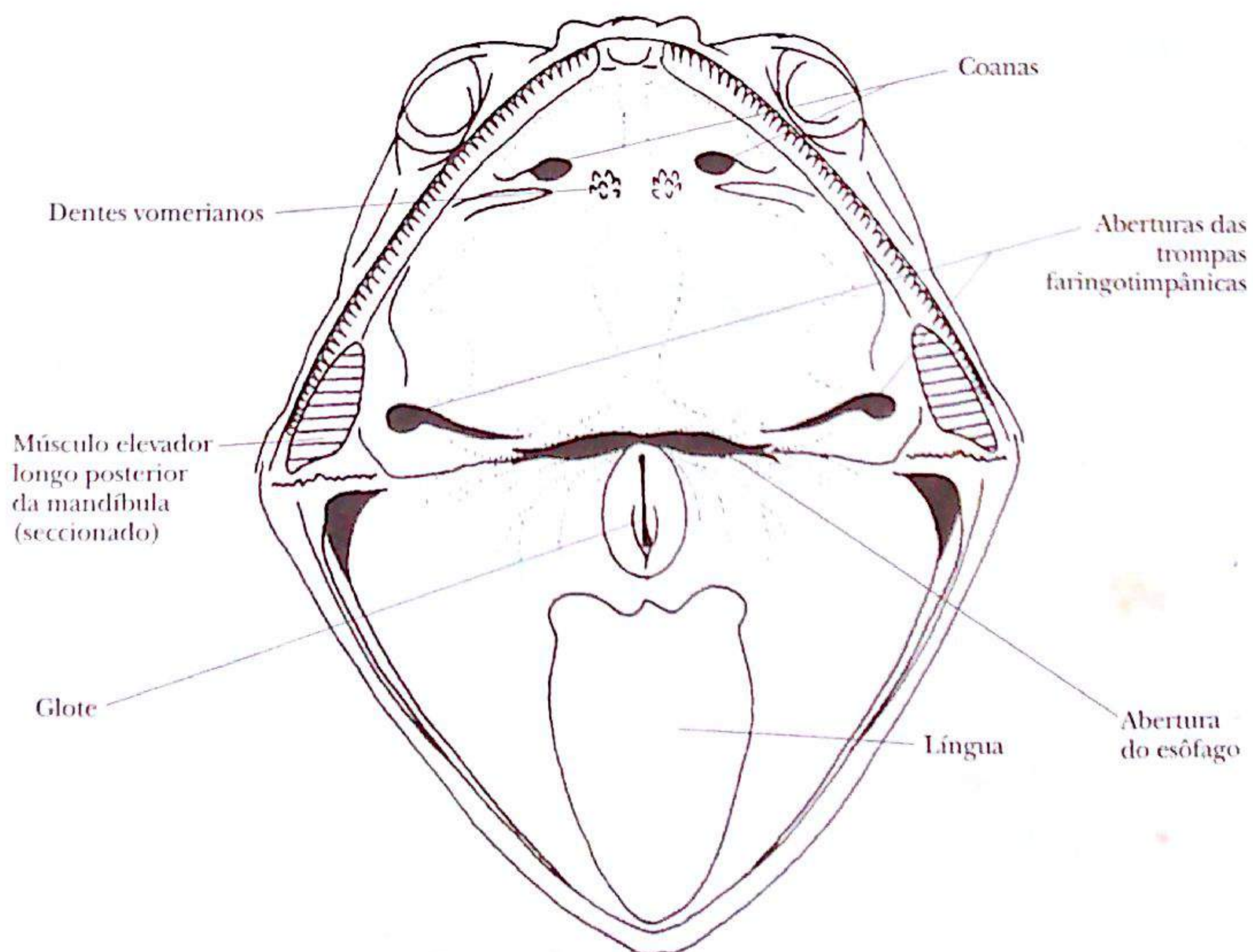


Figura 75. CAVIDADE ORAL DA RÃ (*Rana catesbeiana*).

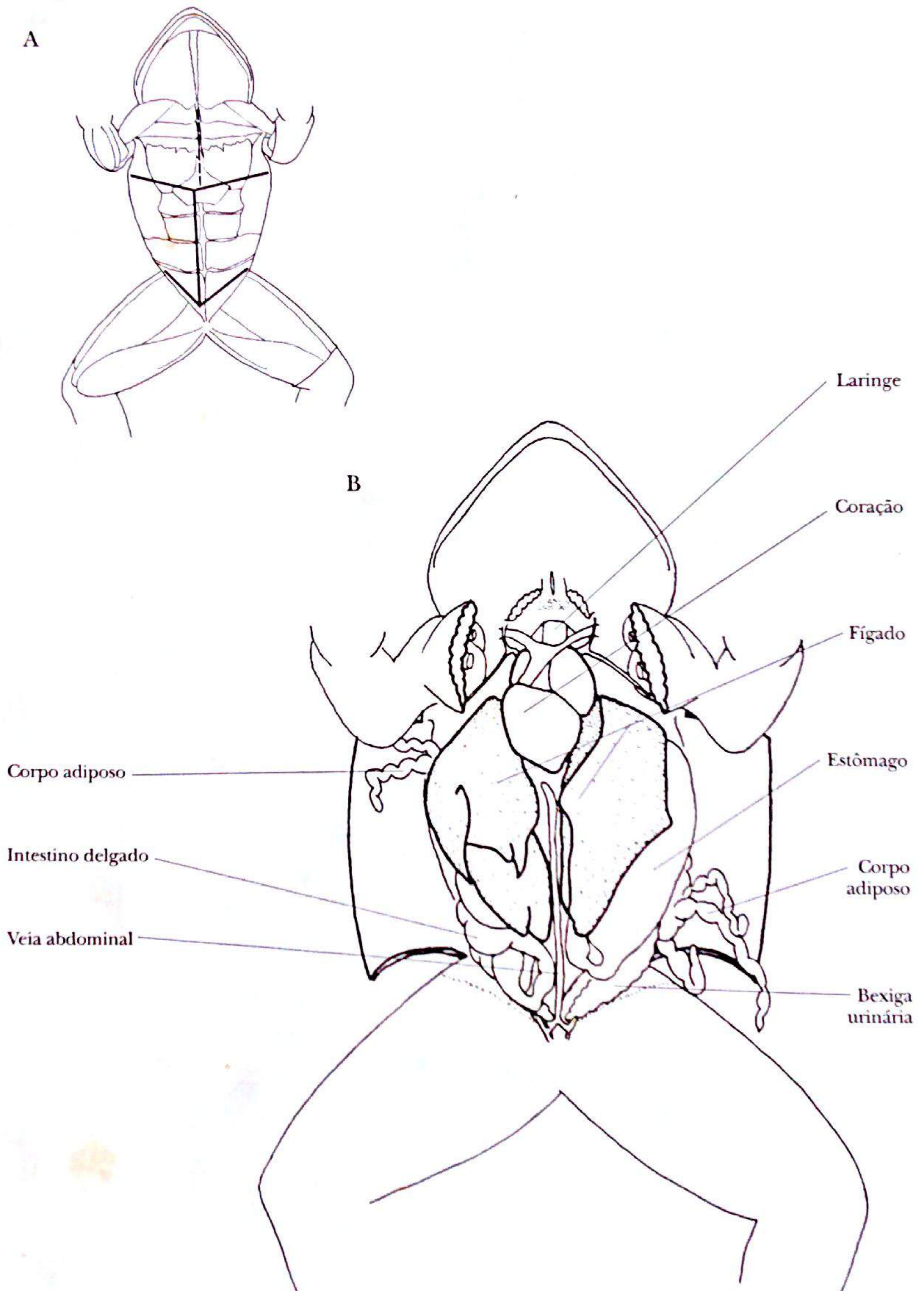


Figura 76. RÃ (*Rana catesbeiana*) em vista ventral. A. Indicação das incisões para exposição das vísceras; B. Vísceras expostas.

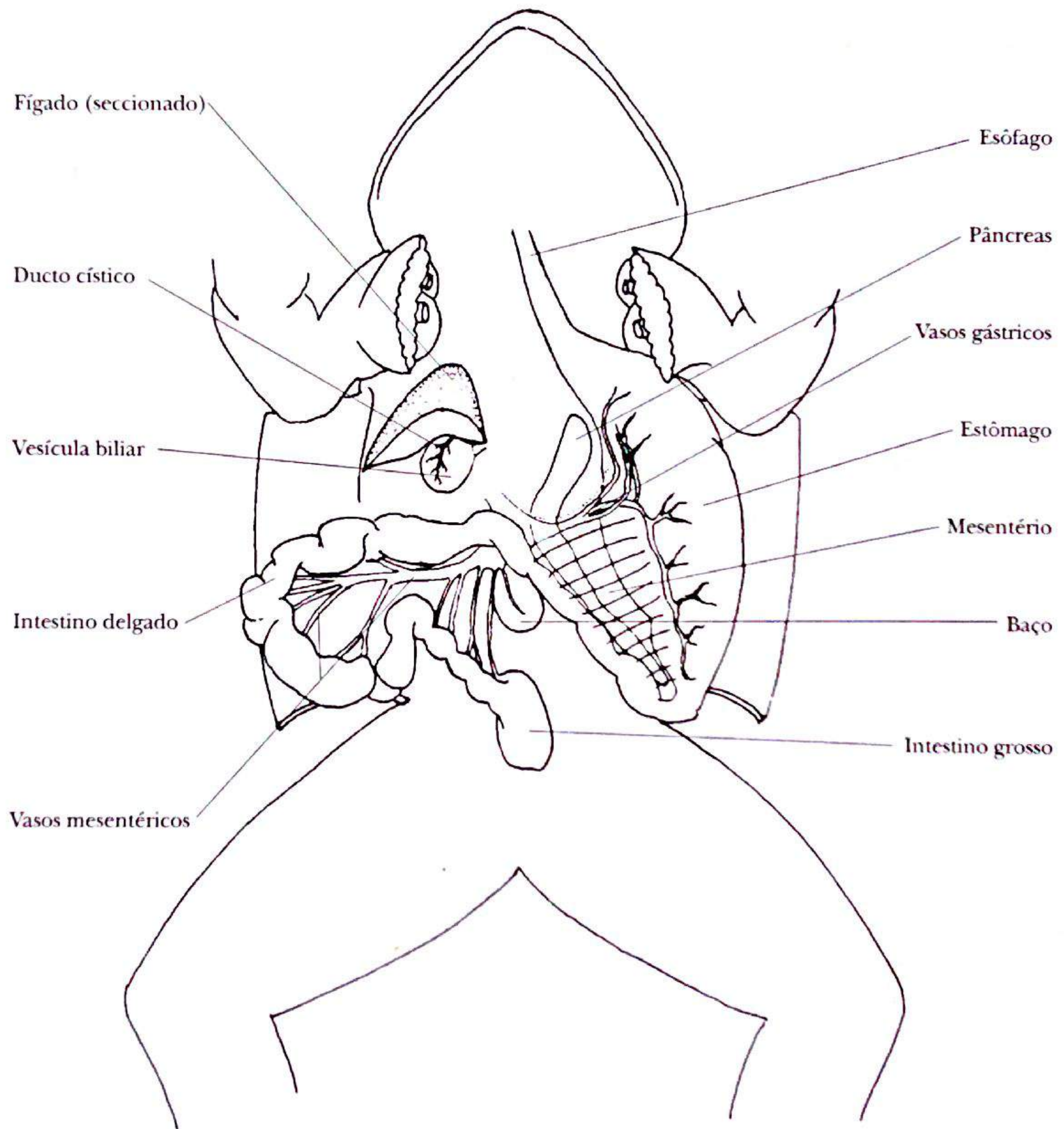


Figura 77. RÃ (*Rana catesbeiana*) em vista ventral, evidenciando: tubo digestivo e glândulas anexas, baço e alguns vasos associados. O lobo esquerdo e parte do lobo direito do fígado foram removidos.

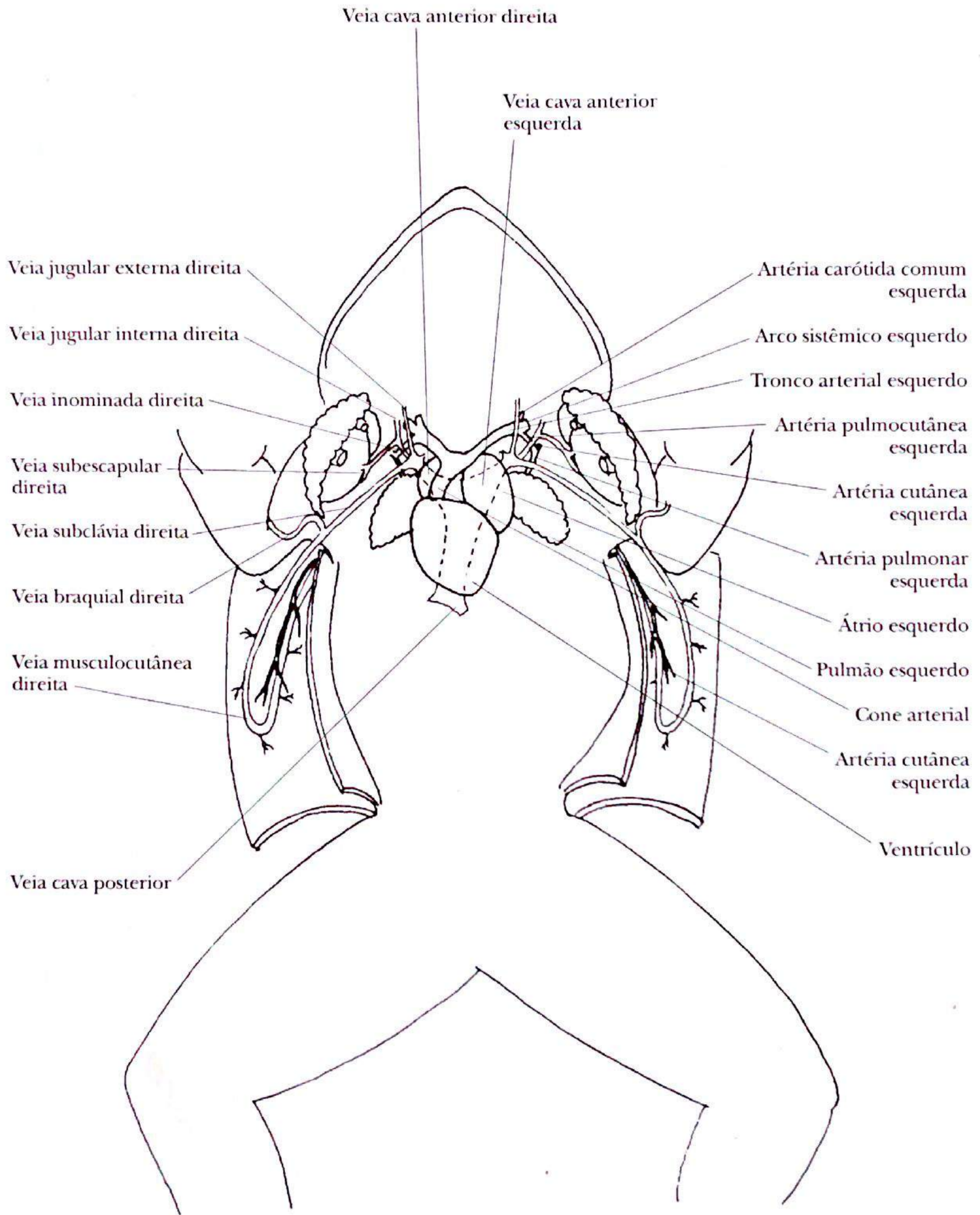


Figura 78. RÃ (*Rana catesbeiana*) em vista ventral, evidenciando o coração e os principais vasos aferentes e eferentes.

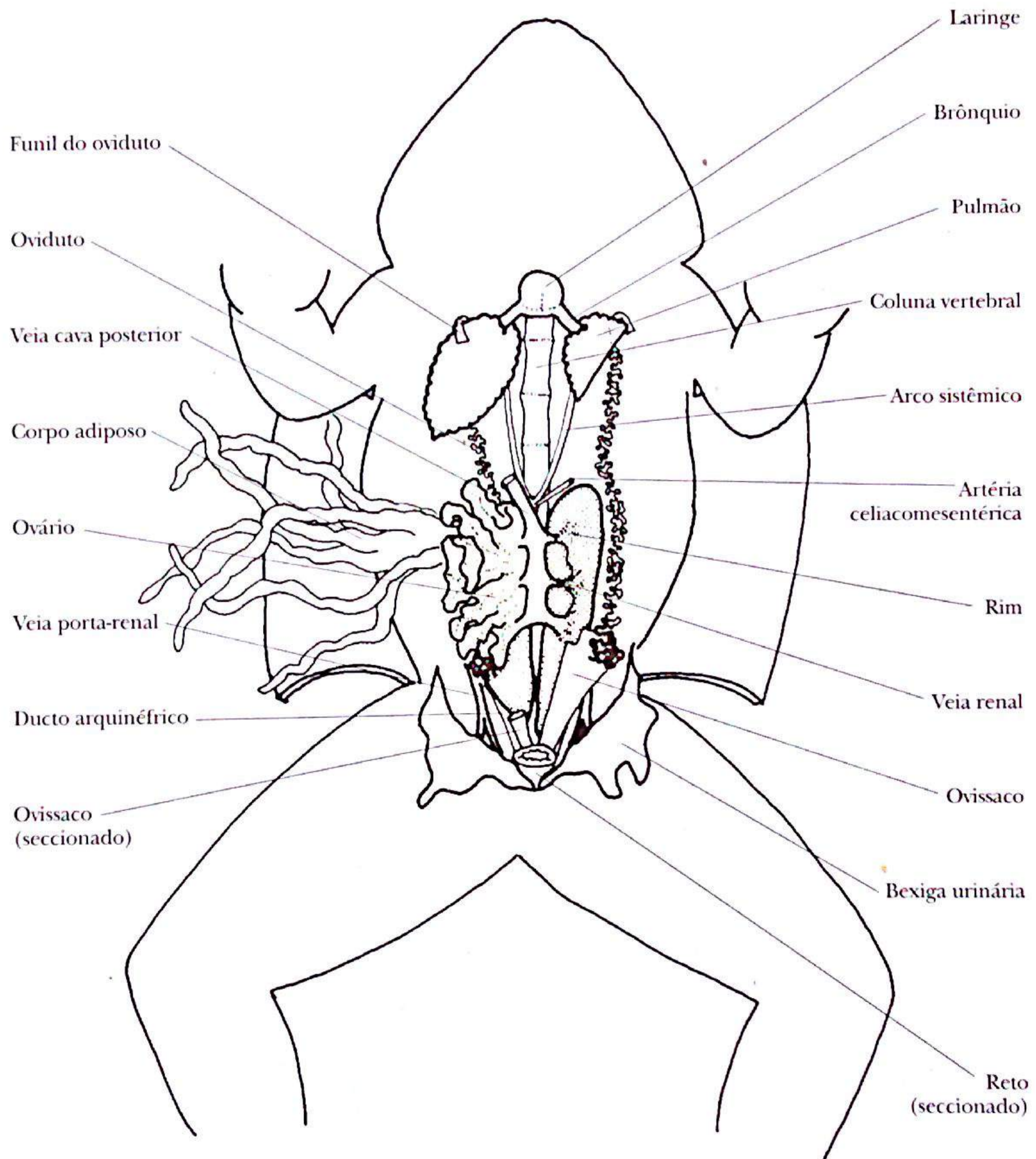


Figura 79A. RÃ (*Rana catesbeiana*) em vista ventral evidenciando o sistema urogenital feminino, alguns vasos associados e o sistema respiratório pulmonar.

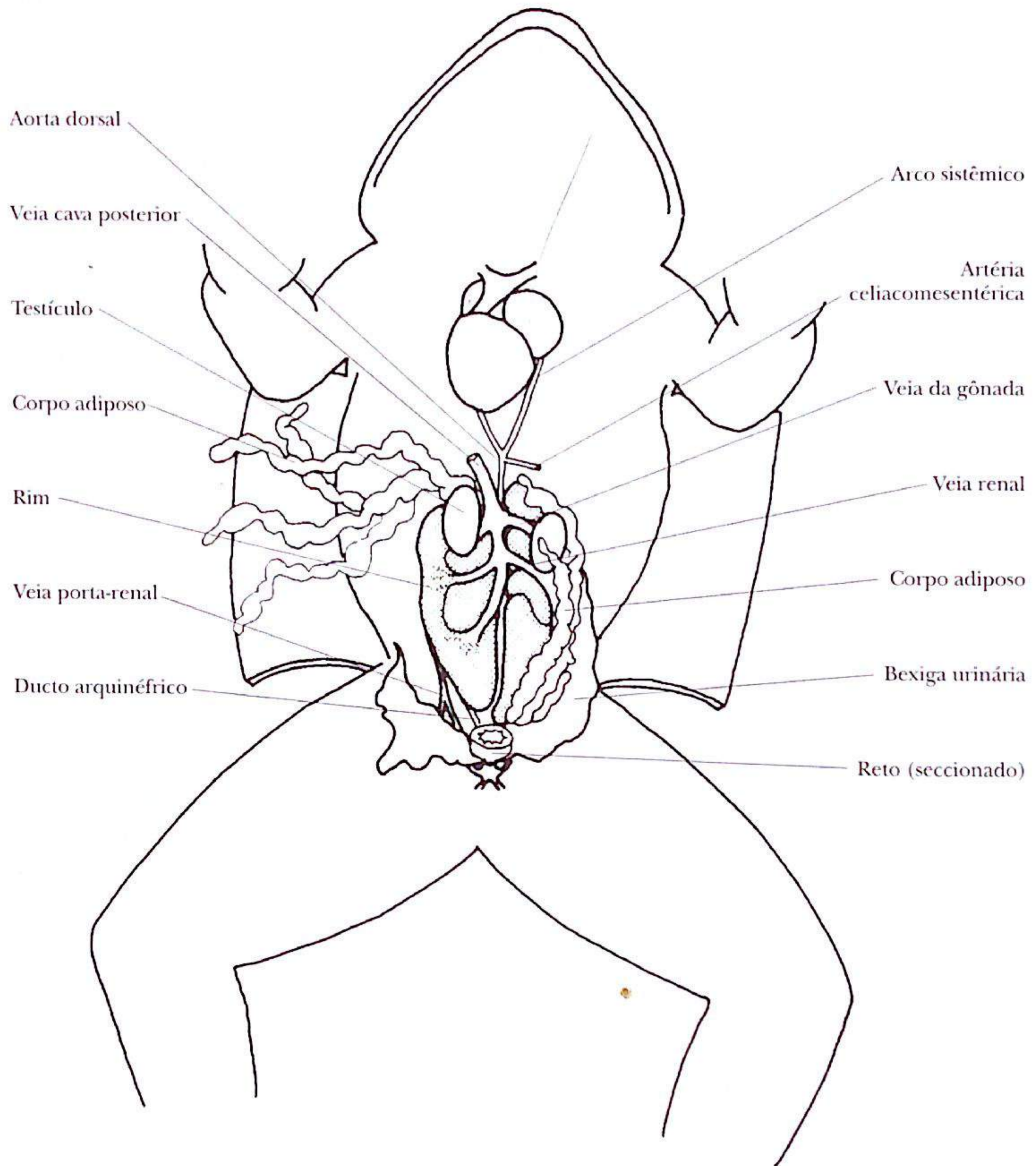


Figura 79B. RÃ (*Rana catesbeiana*) em vista ventral evidenciando o sistema urogenital masculino e alguns vasos associados.

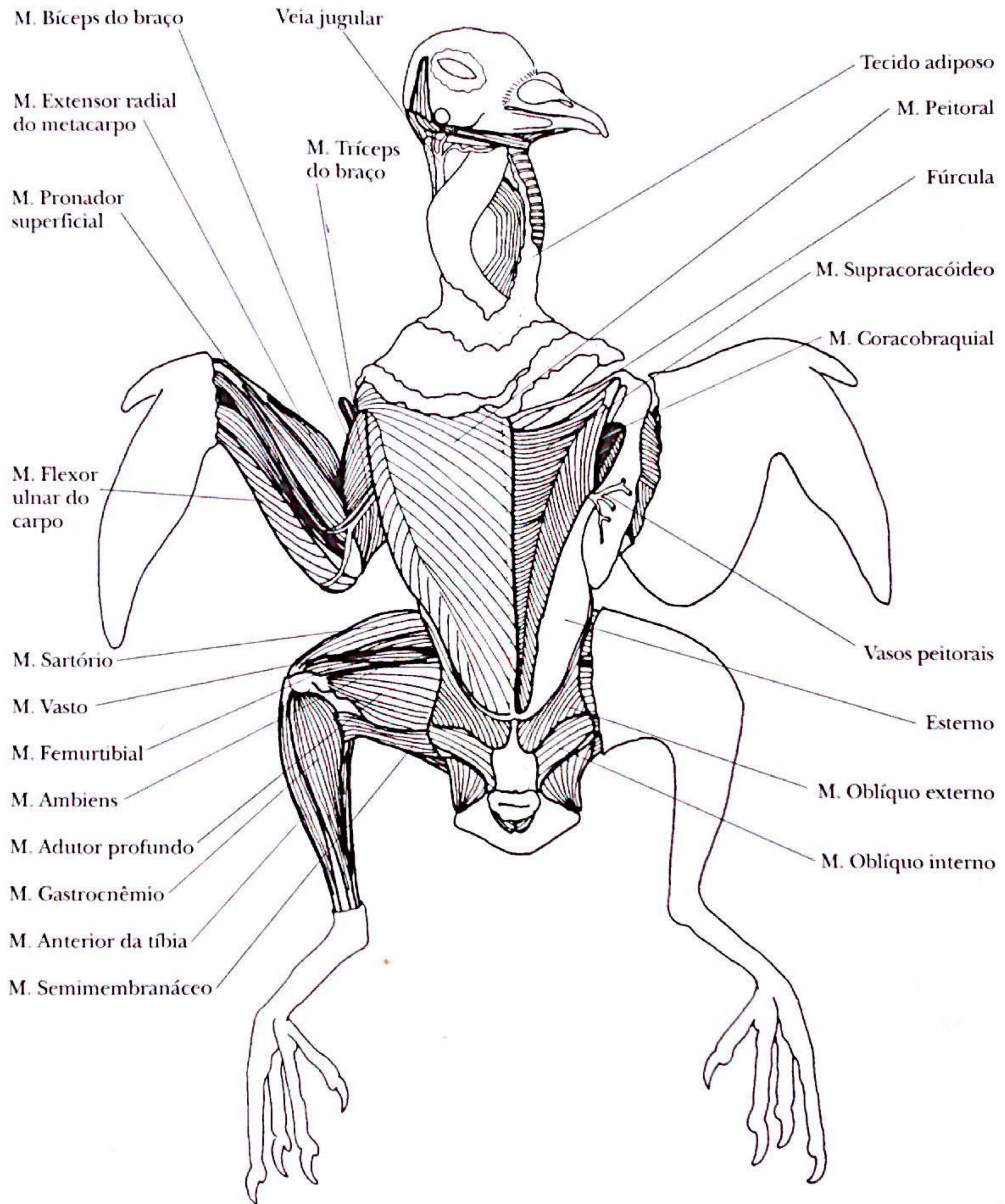


Figura 80. MUSCULATURA DO POMBO-DOMÉSTICO (*Columba livia*) em vista ventral. O músculo peitoral esquerdo foi removido.

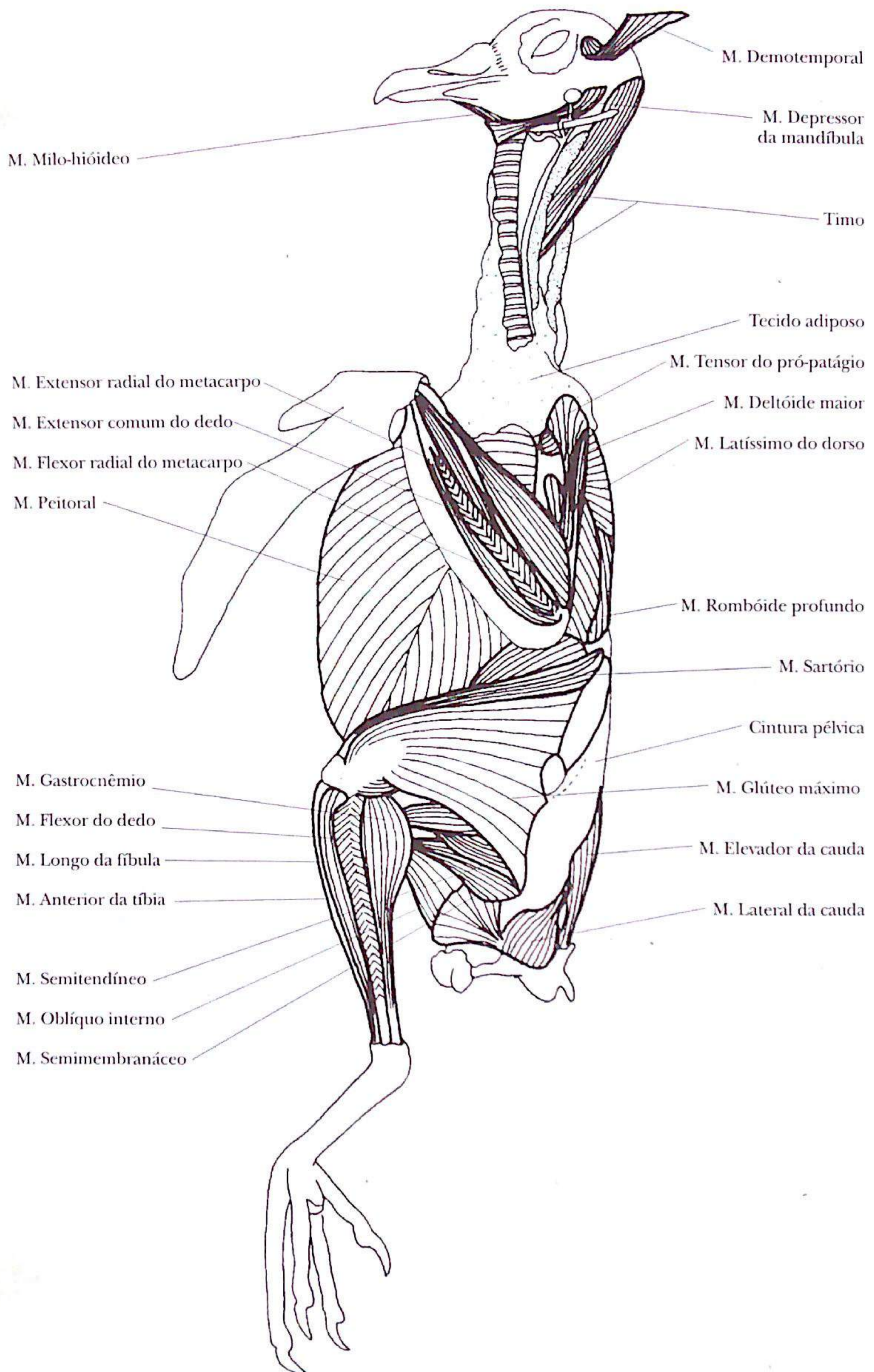


Figura 81. MUSCULATURA DO POMBO-DOMÉSTICO (*Columba livia*) em vista lateral.

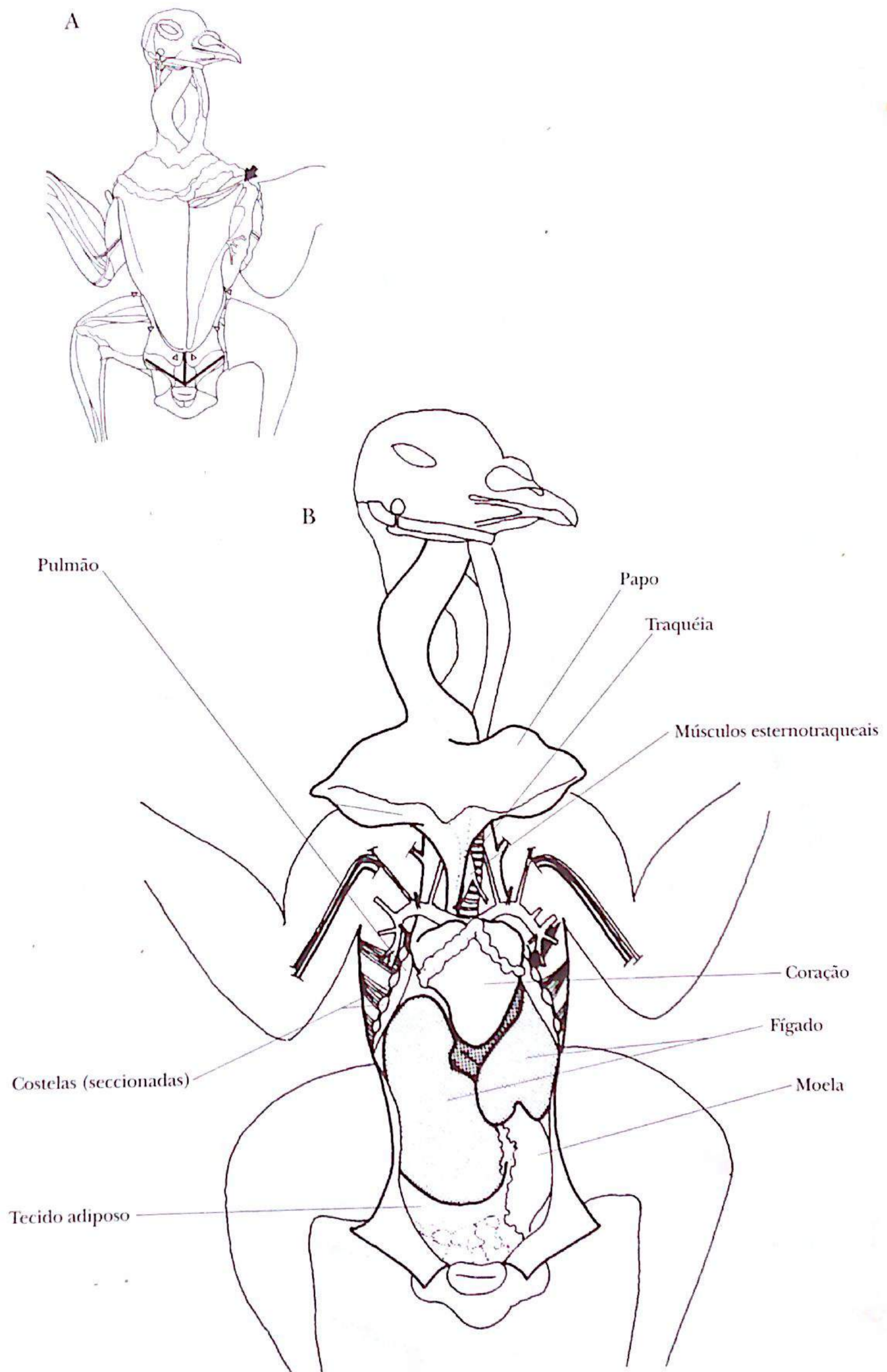


Figura 82. POMBO-DOMÉSTICO (*Columba livia*) em vista ventral. A. Indicação das incisões para exposição das vísceras; B. Vísceras expostas.

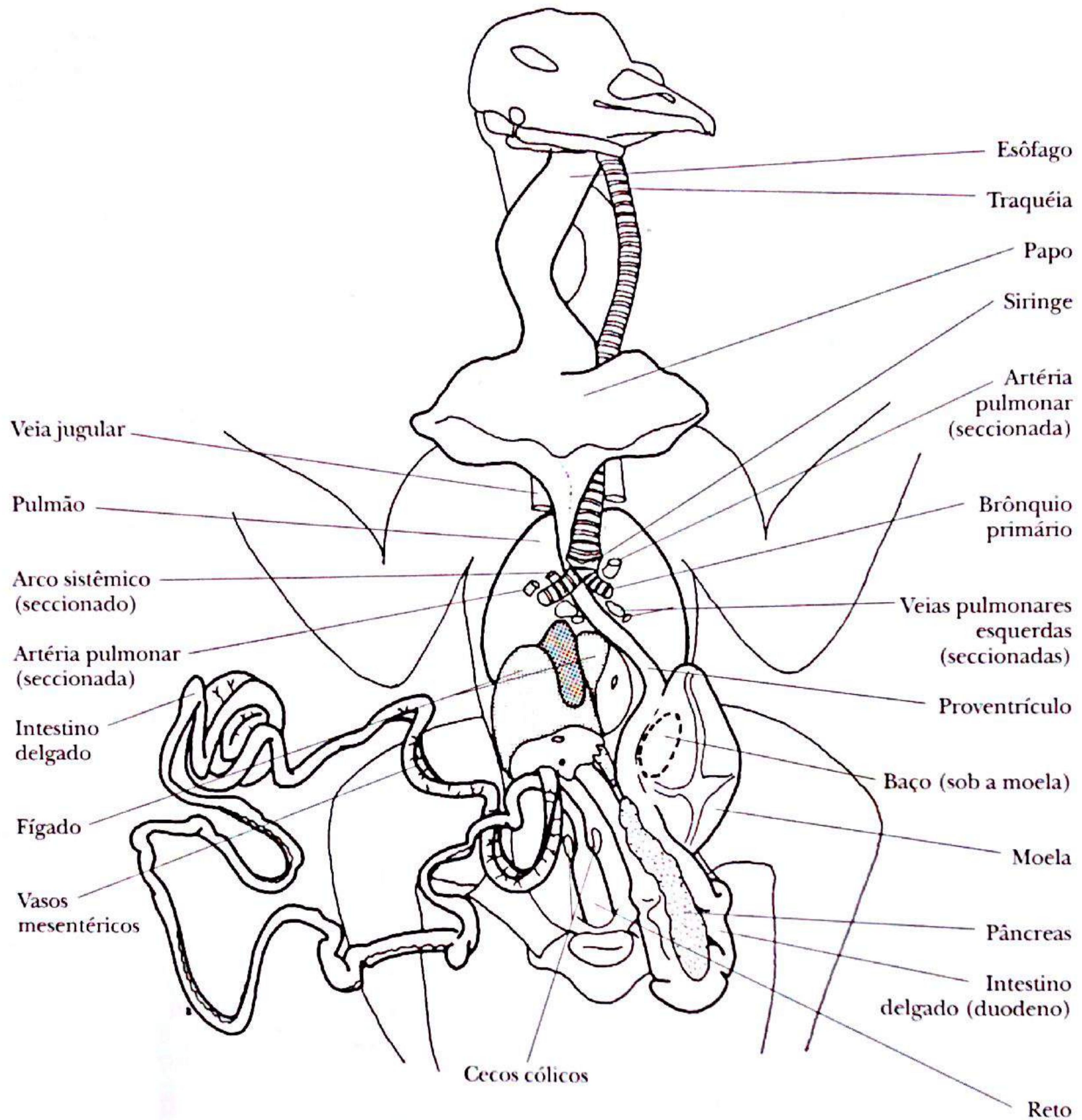


Figura 83. POMBO-DOMÉSTICO (*Columba livia*) em vista ventral, evidenciando: tubo digestivo e glândulas anexas, sistema respiratório e alguns vasos associados. Parte do fígado e o coração foram removidos.

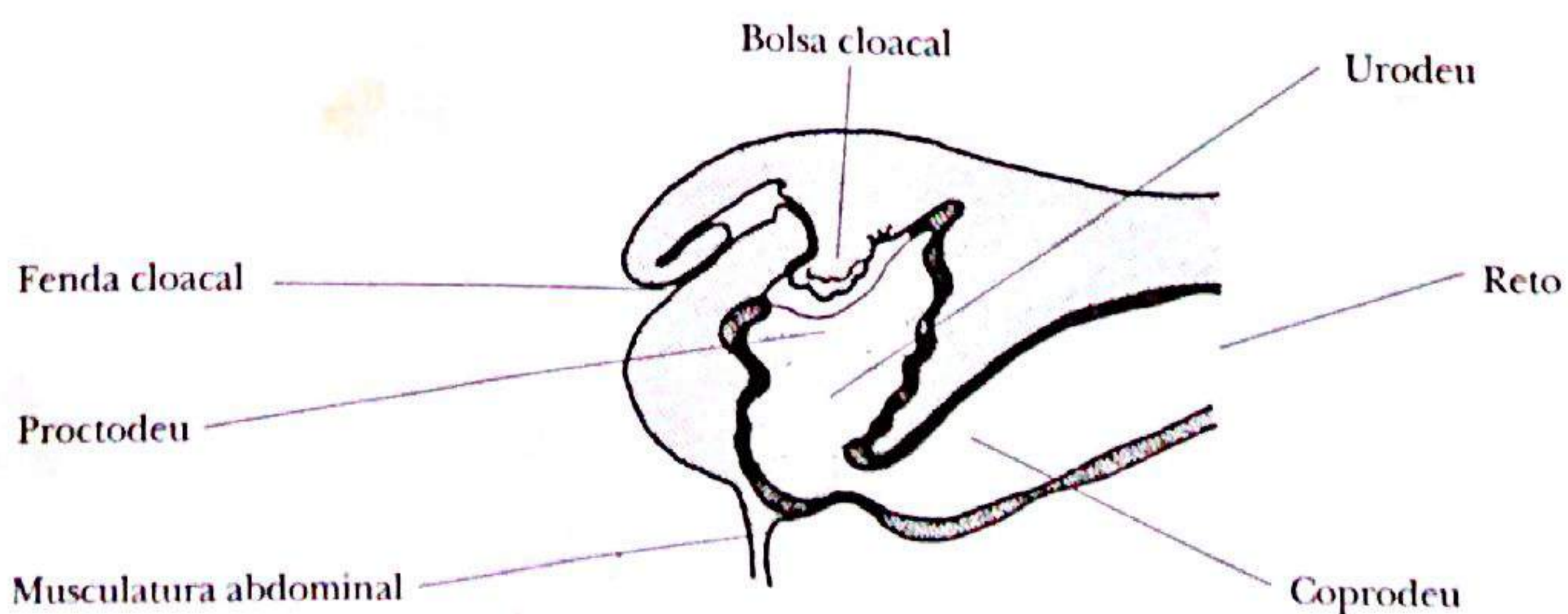


Figura 84. CLOACA DO POMBO-DOMÉSTICO (*Columba livia*) seccionada sagitalmente.

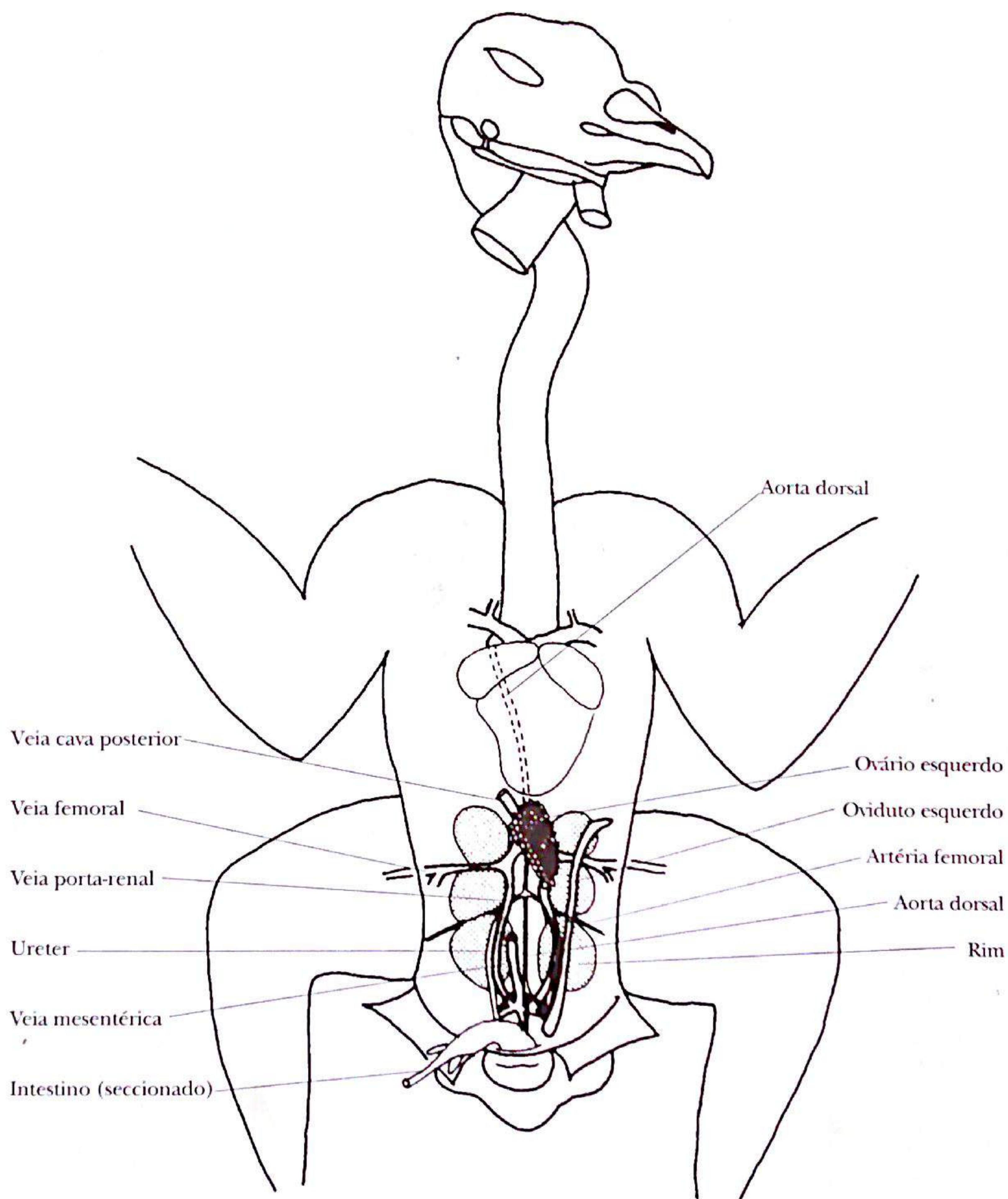


Figura 85A. POMBO-DOMÉSTICO (*Columba livia*) em vista ventral evidenciando o sistema urogenital feminino e alguns vasos associados, de uma fêmea que não se encontra em período reprodutivo.

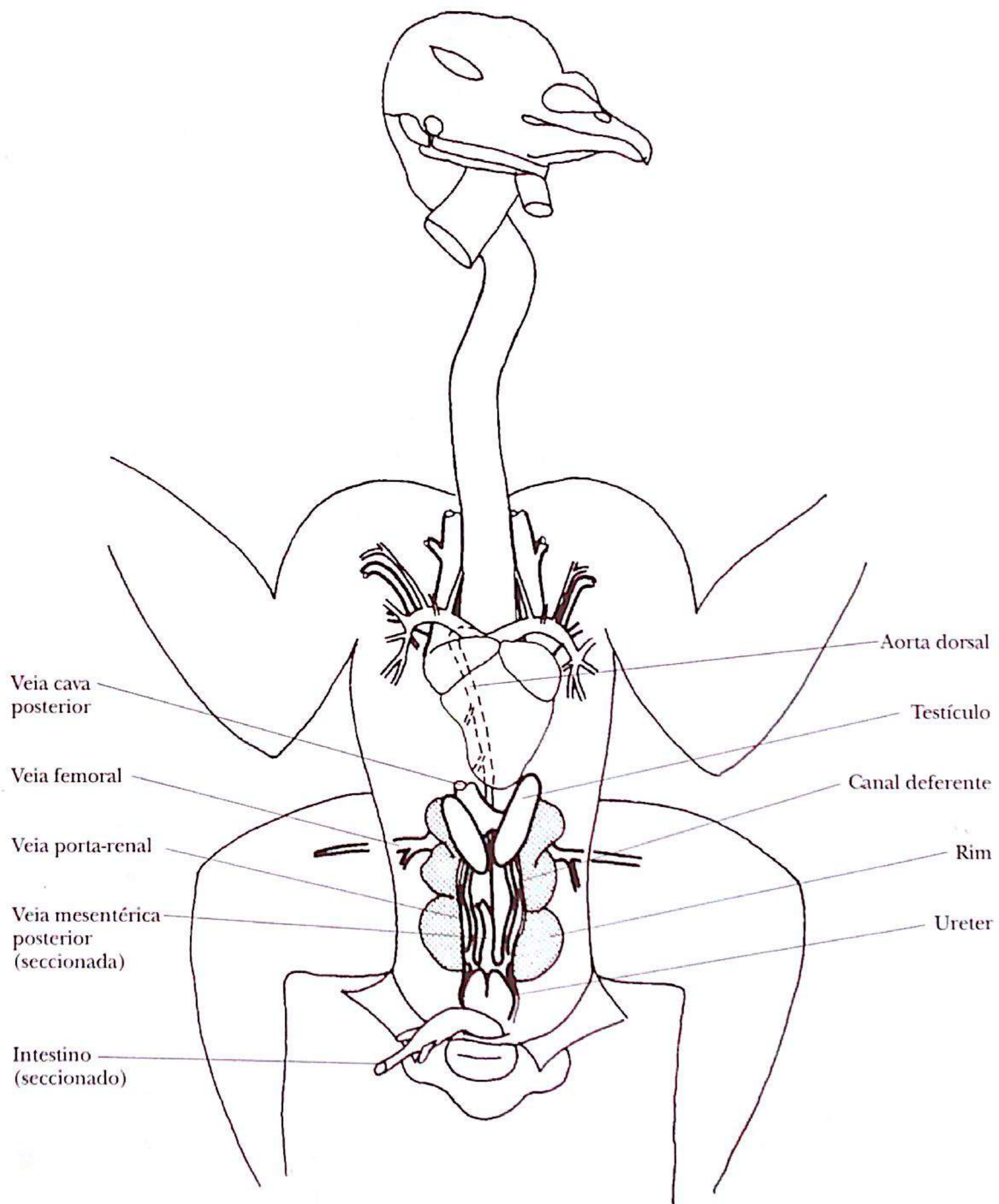


Figura 85B. POMBO-DOMÉSTICO (*Columba livia*) em vista ventral evidenciando o sistema urogenital masculino e alguns vasos associados.

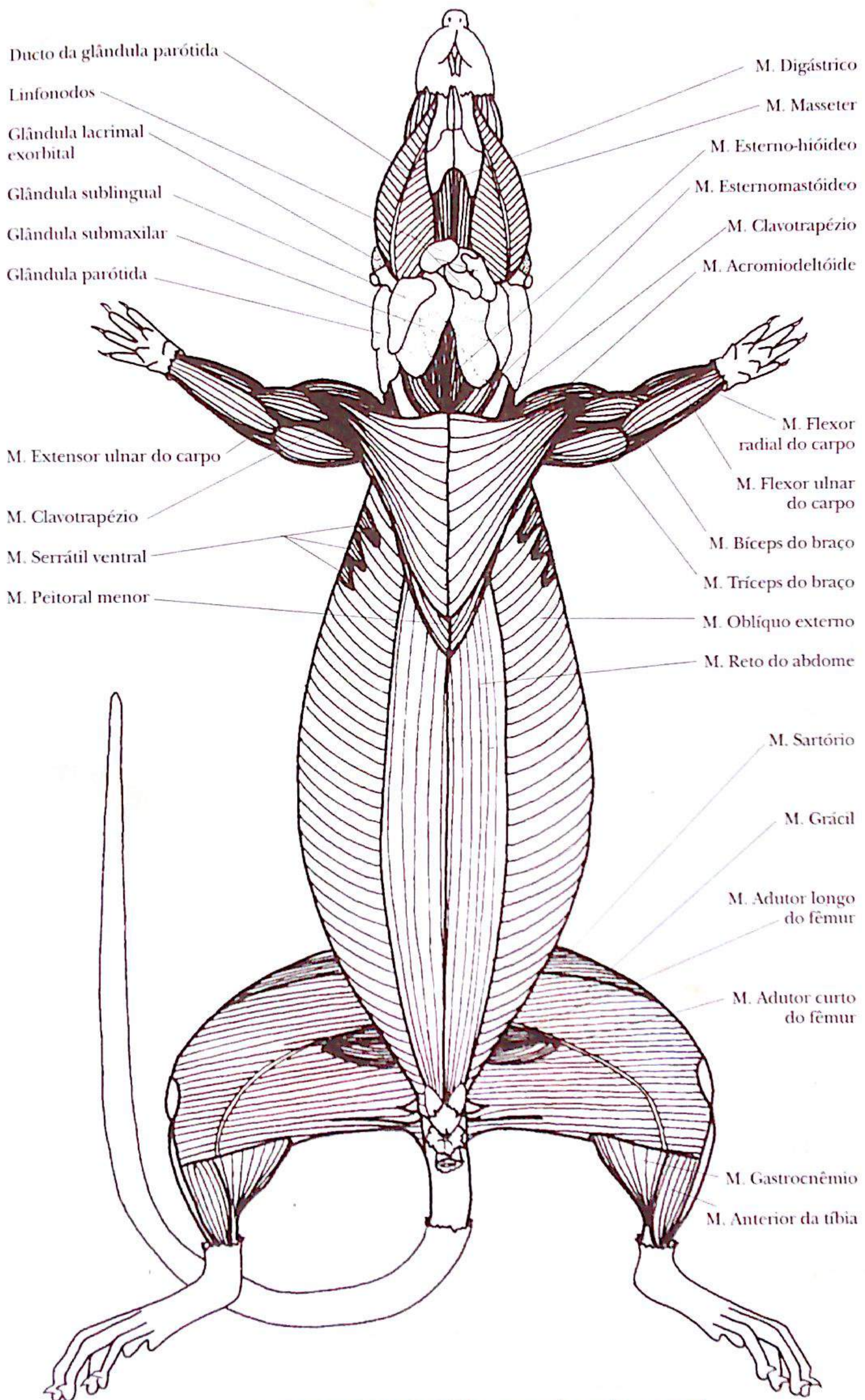


Figura 86. MUSCULATURA DO RATO-BRANCO (*Rattus rattus*) em vista ventral.

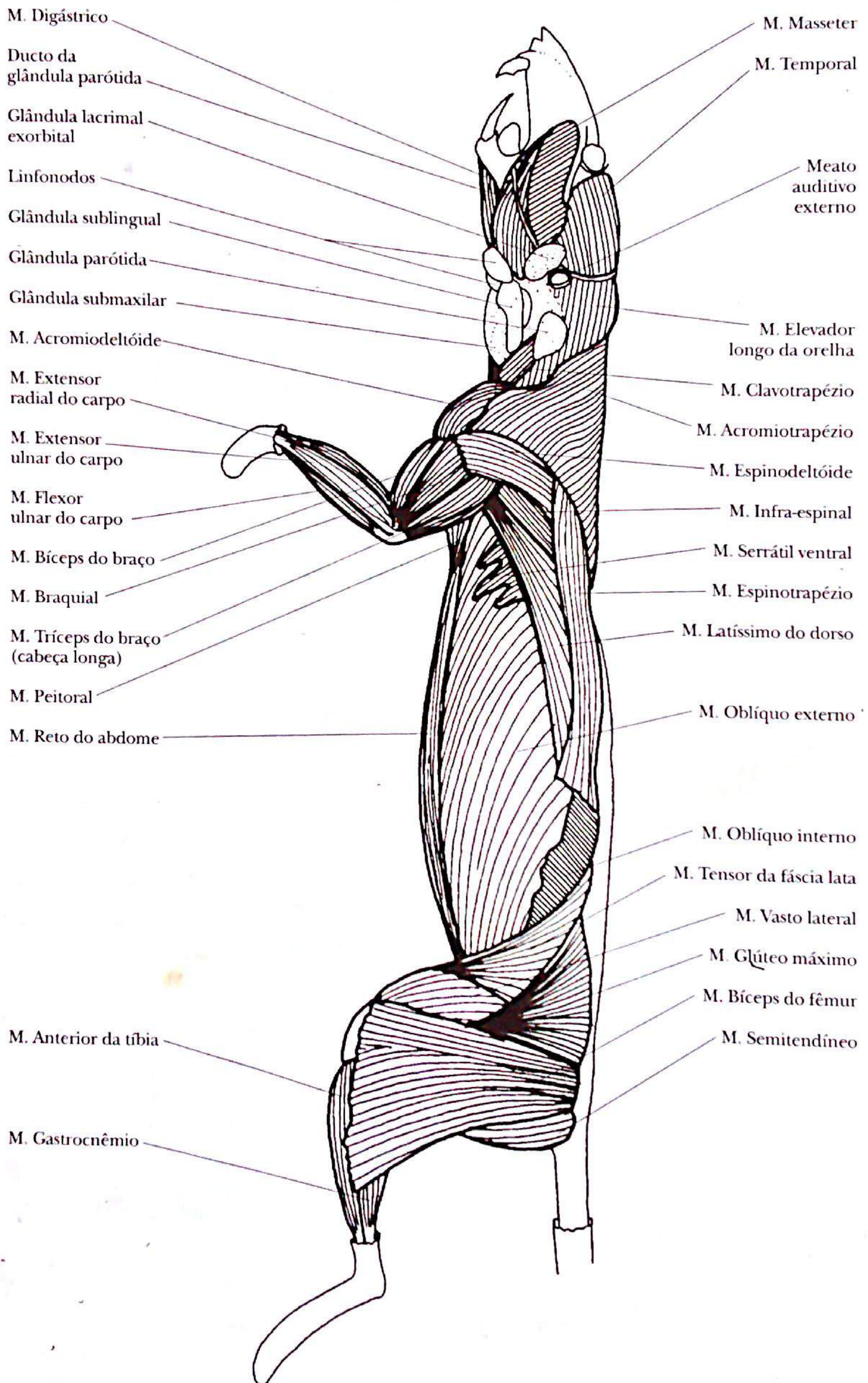


Figura 87. MUSCULATURA DO RATO-BRANCO (*Rattus rattus*) em vista lateral.

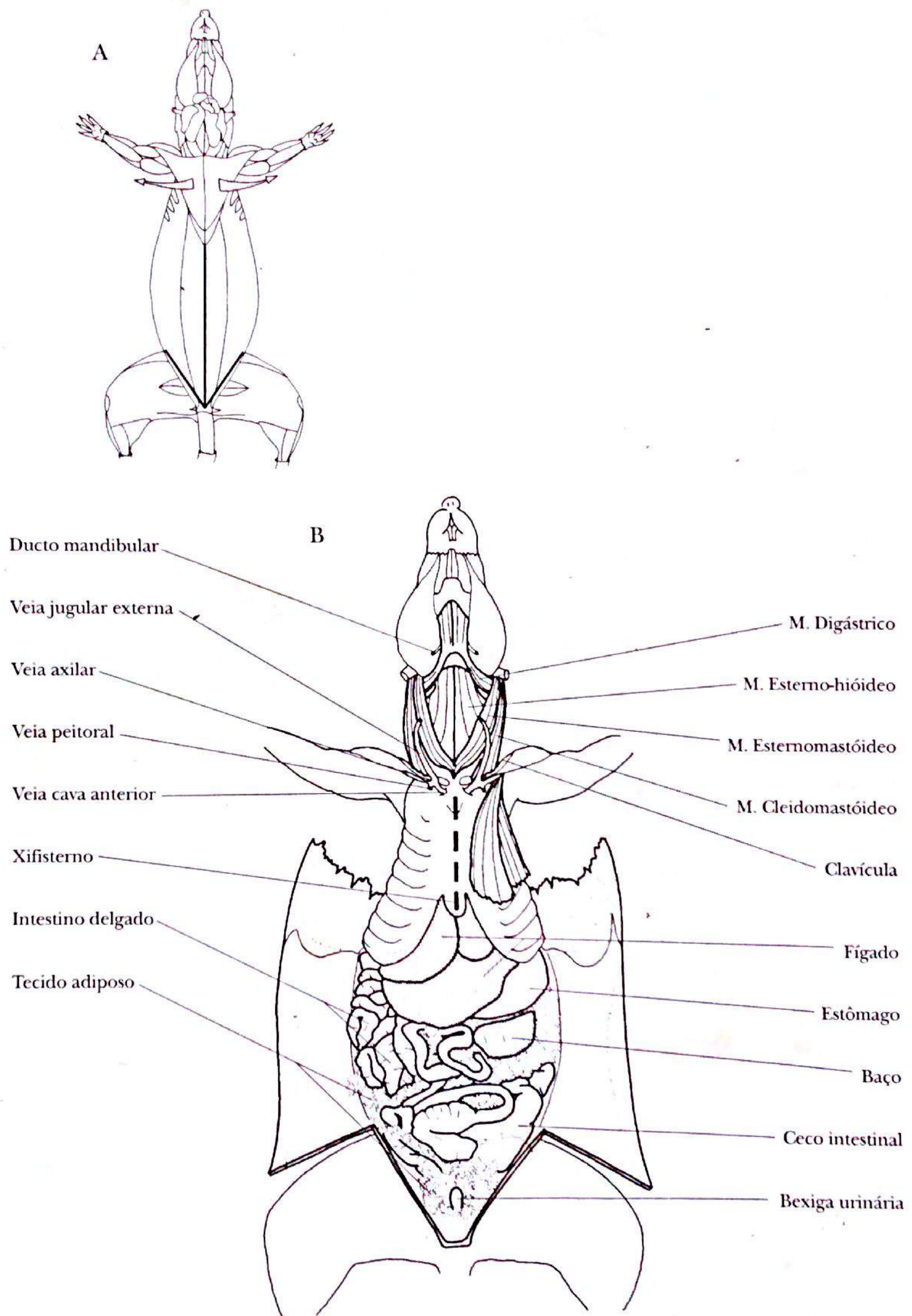


Figura 88. RATO-BRANCO (*Rattus rattus*) em vista ventral. A. Indicação das incisões para exposição das vísceras abdominais (linhas espessas) e para rebatimento da musculatura peitoral (setas); B. Vísceras abdominais expostas e indicação da incisão para abertura da cavidade torácica.

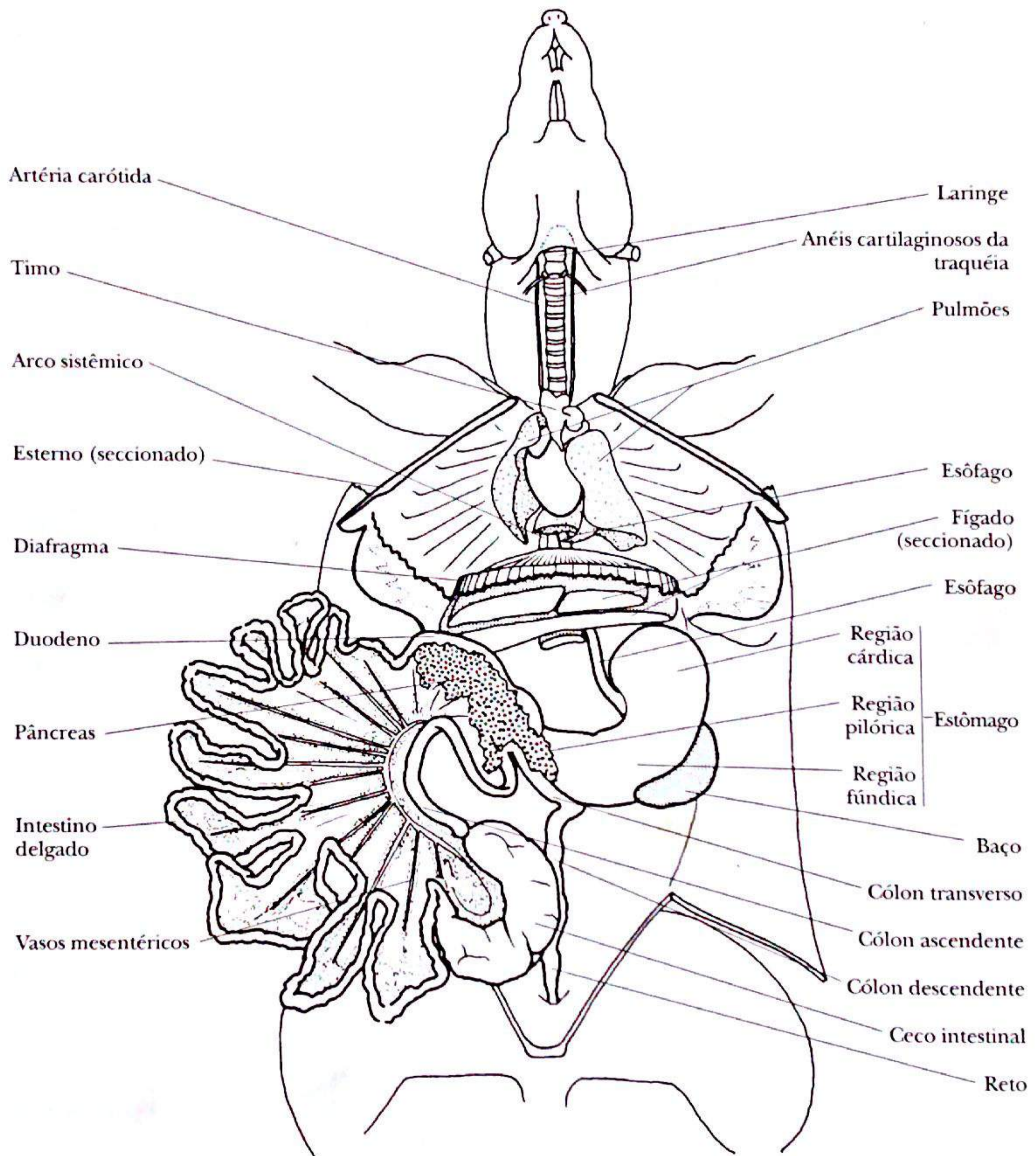


Figura 89. RATO-BRANCO (*Rattus rattus*) em vista ventral, evidenciando: tubo digestivo e glândulas anexas, sistema respiratório e alguns vasos associados. Parte do fígado foi removido.

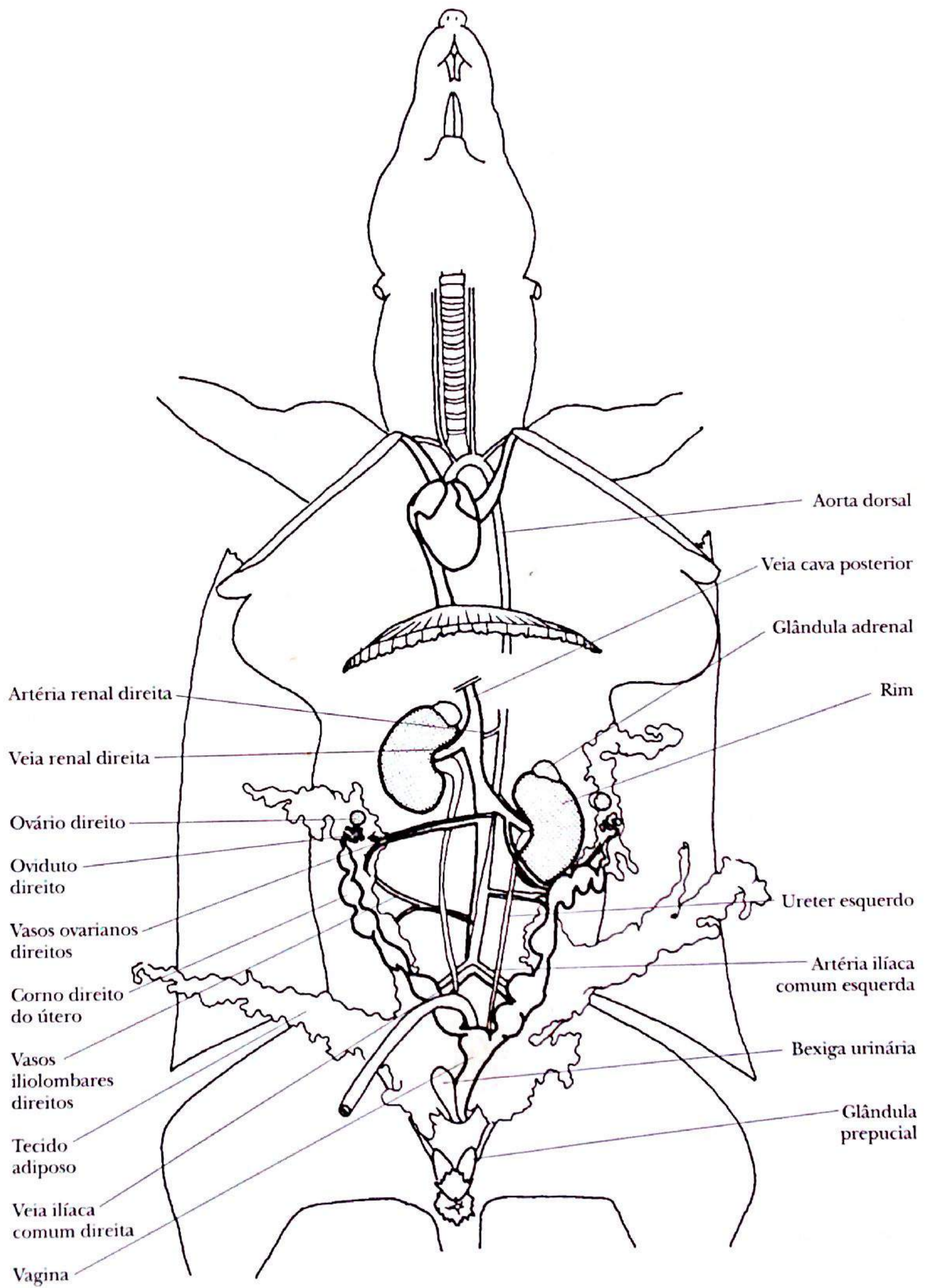


Figura 90A. RATO-BRANCO (*Rattus rattus*) em vista ventral evidenciando o sistema urogenital feminino e alguns vasos associados.

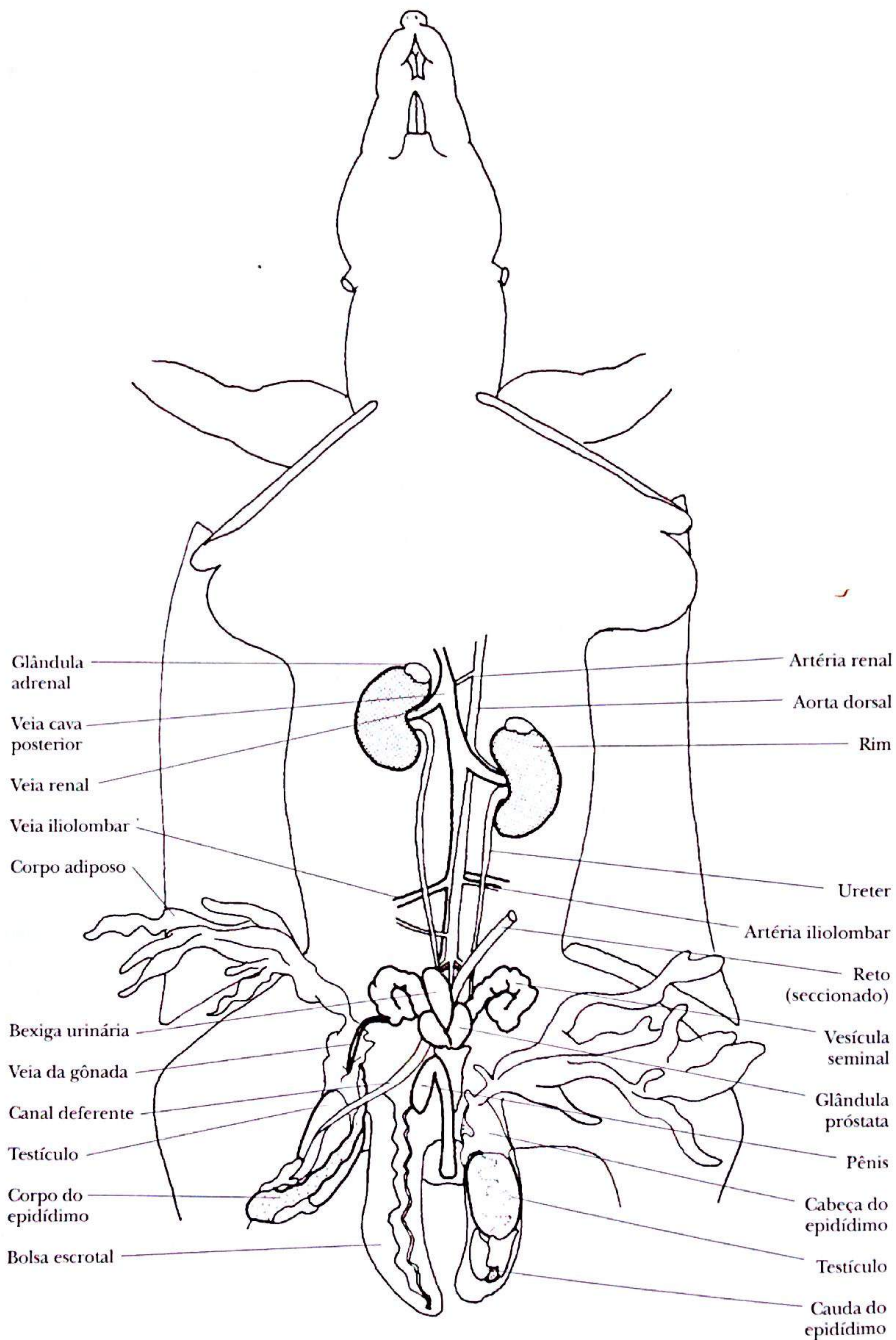


Figura 90B. RATO-BRANCO (*Rattus rattus*) em vista ventral evidenciando o sistema urogenital masculino e alguns vasos associados.

BIBLIOGRAFIA GERAL

- ALEXANDER, R. M. 1975. *The Chordates*. London, Cambridge University Press. 480 p.
- ANDREWS, S.M.; MILES, R. S. & WALKER, A. D. 1977. *Problems in Vertebrate Evolution*. London, Linnean Society of London. 411 p.
- BAUMEL, J.J.; KING, A. S.; LUCAS, A.M.; BREAZILE, J. E. & EVANS, H.E. (eds.). 1979. *Nomina Anatomica Avium*. London, Academic Press. 637 p.
- BEAUMONT, A. & CASSIER, P. 1976. *Biologie Animale: Les Cordés, Anatomie Comparée des Vertébrés*. 2. ed. Paris, Dunod. 600 p.
- BENTON, M.J. (ed.). 1988. *The Phylogeny and Classification of the Tetrapods*. Oxford, Clarendon Press, vol. 1. *Amphibians, Reptiles, Birds*.
- _____. (ed.). 1988. *The Phylogeny and Classification of the Tetrapods*. Oxford, Clarendon Press, vol. 2. *Mammals*.
- BRACEGIRDLE, B & MILES, P. H. 1979. *An Atlas of Chordate Structure*. London, Heinemann Educational Books. 199 p.
- CHIASSON, R.B. 1966. *Laboratory Anatomy of the Pigeon*. Dubuque, W.M. C. Brown. 53 p.
- _____. 1969. *Laboratory Anatomy of the White Rat*. 2. ed. Dubuque, W.M. C. Brown. 81 p.
- COLBERT, E. H. 1969. *Evolution of the Vertebrates: A History of the Backbone Animals Through Time*. 2. ed. New York, J. Wiley. 479 p.
- GRASSÉ, P.P. & DEVILLERS, G. 1965. *Précis de Zoologie*. Paris, Masson, vol. 2: *Vertébrés*.
- _____.; POISSON, R. A. & TUZET, O. 1961. *Précis de Zoologie*. Paris, Masson, vol.1: *Invertébrés*.
- HANKEN, J. & HALL, B.K. (eds.). 1993. *The Skull*. Chicago, University of Chicago Press. 3 vols.
- HECHT, M. K.; GODOY, P.C. & HECHT, B. M. 1977. *Major Patterns in Vertebrate Evolution*. New York, Plenum Press. 908 p.
- HILDEBRAND, M. 1988. *Analysis of Vertebrate Structure*. 3. ed. New York, J. Wiley. 701 p.
- JARVIK, E. 1980. *Basic Structure and Evolution of Vertebrates*. London, Academic Press. 2 vols.
- JOLLIE, M. 1973. *Chordate Morphology*. 3. ed. Philadelphia, W.B. Saunders. 478 p.
- KING, G.M. & CUSTANCE, D.R.N. 1982. *Colour Atlas of Vertebrate Anatomy: An Integrated Text and Dissection Guide*. Oxford, Blackwell Scientific Publ.
- KUKENTHAL, W.; MATTHES, E. & RENNER, M. 1969. *Curso de Zoologia*. Léon, Editorial Academia. 635 p.
- LØVTRUP, S. 1977. *The Phylogeny of the Vertebrata*. London, J. Wiley. 330 p.

- ORR, R.T. 1971. *Vertebrate Biology*. 3. ed. Philadelphia, W.B. Saunders. 472 p.
- PANCHEN, A. 1980. *The Terrestrial Environment and The Origin of Land Vertebrates*. London, Academic Press. 633 p.
- PARKER, S. P. 1982. *Synopsis and Classification of Living Organisms*. New York, McGraw-Hill. 2 vols.
- POUGH, F.H.; HEISER, J.B. & McFARLAND, W. N. 1993. *A Vida dos Vertebrados*. São Paulo, Atheneu. 839 p.
- RENOUS, S. 1994. *Locomotion*. Paris, Dunod. 252 p.
- ROMER, A. S. 1959. *The Vertebrate Story*. Chicago, University of Chicago Press. 437 p.
- _____. 1962. *The Vertebrate Body*. 3. ed. Philadelphia, W.B. Saunders. 643 p.
- _____. 1966. *Anatomia Comparada: Vertebrados*. 3.ed. Mexico, Interamericana. 425 p.
- _____. & PARSONS, T.S. 1985. *Anatomia Comparada dos Vertebrados*. São Paulo, Atheneu. 559 p.
- SAUNDERS, F.T. & MANTON, S.M. 1979. *A Manual of Practical Vertebrate Morphology*. Oxford, Clarendon. 288 p.
- SCHMALHAUSEN, I.I. 1968. *The Origin of Terrestrial Vertebrates*. New York, Academic Press. 314 p.
- SCHULTZE, H.P. & LINDA, T. (eds.). 1991. *Origins of the Higher Groups of Tetrapods*. Ithaca, Comstock Publishing. 724 p.
- SMITH, H. M. 1960. *Evolution of Chordate Structure*. New York, Holt Rinehart & Winston. 529 p.
- STAHL, B. J. 1985. *Vertebrate History: Problems in Evolution*. New York, Dover. 604 p.
- STAUBESAND, J. (ed.). 1988. *Sobotta: Atlas de Anatomia Humana*. 19. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 2 vols.
- TORREY, T. W. & FEDUCCIA, R. 1979. *Morphogenesis of the Vertebrate*. 4. ed. New York, J. Wiley. 570 p.
- WALKER, W. F. 1967. *Dissection of the Frog*. San Francisco, Freeman.
- _____. & HOMBERGER, D.G. 1992. *Vertebrate Dissection*. 8. ed. Philadelphia, Saunders College. 459 p.
- WATERMAN, A. J. 1971. *Chordate Structure and Function*. New York, Macmillan Press. 587 p.
- WEBSTER, D. & WEBSTER M. 1974. *Comparative Vertebrate Morphology*. New York, Academic Press. 517 p.
- YOUNG, J.Z. 1981. *The Life of Vertebrates*. 3. ed. Oxford, Clarendon. 645 p.
- ZISWILER, V. 1986. *Zoologia Especial: Vertebrados*. 2. ed. Barcelona, Omega. 413 p. T.1: Anamniotas.
- _____. 1988. *Zoologia Especial: Vertebrados*. Barcelona, Omega. 321 p. T.2: Amniotas.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abdução 131-132
Abductor 131
Aberturas temporais 142, 144-145
Acetábulo 148
Adrenais 190-191
Adução 131-132
Aductor 131
Áglifas 75
Alisfenóide 101, 141, 147
Álula 87, 89, 124
Amígdalas 178
Amniota 69, 142, 144, 148
Amocete 46-52
Ampola de Vater 172
Ampolas de Lorenzini 197, 205
Anádromos 46
Anápsido 70, 142, 144, 150
Anel esclerótico 90-91, 139, 149
Anel perifaríngeo 36-37, 43-44
Anel tentacular 43
Anfioxo 35-40
Anfistílica 141
Angular 141, 147, 152, 154, 156, 158
Aorta dorsal 26, 28-29, 49-51, 179-182,
185-187, 216, 221-222, 227-228
Aorta ventral 49-50, 179-180

Apófise neural 161
Aponeurose 130, 209
Aptérias 124
Archaeopteryx lithographica 79, 89-91
Arco
aórtico 182
branquial 141, 174, 179, 208
hemático 161
hióide 141
maxilar 141
neural 26, 28-29, 197
occipital 139
sistêmico 182, 184-187, 214-216, 226
zigomático 100-101, 146, 159
visceral 138
Áreas aptérias 123
Áreas pterilas 123
Arquêntero 25, 30
Artéria
abdominal lateral 28-29
branquial aferente 179-180
branquial eferente 179-180
carótida 187, 226
carótida comum 181-182, 184-187, 214
carótida externa 183
carótida interna 181, 183
celiacomesentérica 215
coronária 185, 187
cutânea 183, 214
femoral 221
ilíaca comum 227

- iliolombar 228
 - inominada 183, 186-187
 - pulmocutânea 182-183, 214
 - pulmonar 181, 183-187, 214, 220
 - renal 228
 - subclávia 181-187
 - Articular 141, 145-147, 152, 154, 156, 158
 - Ascídia 41-44
 - Ascidia nigra* 41-43
 - Atlas 90, 148, 159, 161
 - Atrióporo 35-37
 - Autodiastílica 141
 - Autostílica 142
 - Áxis 90, 148, 159, 161
- B**
- Báculo 149
 - Balanoglossos 34
 - Barbas 88, 118
 - Bárbulas 88, 118
 - Barra jugal 145
 - Barra pós-orbital 100, 146
 - Barra temporal 142, 145
 - Basioccipital 139, 143, 145, 147, 151, 153, 155
 - Basisfenóide 101, 139, 147, 151, 155-156
 - Bexiga natatória 167, 180, 190-191, 207-208
 - Bigorna 146-147, 149
 - Bioluminescentes 35
 - Blastóporo 25
 - Bolsa
 - cloacal 170, 220
 - de Fabricius 170
 - escrotal 192, 228
 - Branchiostoma platæ* 21, 35, 37, 39-40
 - Brânquias operculares 173
 - Brânquias septadas 173
 - Bula timpânica 101, 147
 - Bulbo
 - arterioso 179-180
 - olfativo 197-198, 199, 201
 - Bunodontes 159
- C**
- Cálamo 88, 118
 - Câmaras branquiais 45, 47-48, 50, 53, 173, 197
 - Canal alisfenóide 101
 - Canais semicirculares 45
 - Canino 99, 101, 103
 - Capa esplâncnica 30, 127
 - Capa somática 30
 - Capilares aéreos 79, 173, 175
 - Cápsulas
 - nasais 139
 - orbitais 139
 - óticas 139
 - Capuz oral 47-48
 - Caracteres diagnósticos 14, 61
 - Carapaça 114
 - Carapaça dorsal 70
 - Carniceiro 100
 - Cartilagem 137
 - Cartilagem de Meckel 115, 141, 197
 - Cartilagem mandibular 141
 - Cartilagem palatoquadrado 141, 197
 - Cartilagens paracordais 139
 - Casco 100, 102, 114
 - Cauda muscular pós-anal 13
 - Caudal 19-20
 - Cavidade atrial 35, 38-40
 - Cavidade pericárdica 171
 - Ceco intestinal 36-39, 166, 172, 225-226
 - Cecos cólicos 166, 170, 220
 - Cecos pilóricos 166
 - Celoma 30, 38-40
 - Ceroma 123-124
 - Cesta faríngea 43-44
 - Chifre 100, 102, 118
 - Cintura
 - escapular 148
 - pélvica 148, 159
 - Cirros 36-37
 - Cláspers 53
 - Clavícula 89-91, 129, 148, 161-162, 225
 - Coana 143, 151, 153
 - Columella auris* 147
 - Columella cranii* 147
 - Columela 141, 146, 149
 - Côndilo articular 101
 - Côndilo occipital 101, 145-146
 - Condrocânio 139-141
 - Cone arterial 182-183, 214
 - Constritor 131
 - Coprodeu 170, 220
 - Coracóide 90, 148, 162
 - Corno 100, 102, 114, 118
 - Coronóide 141, 147, 152, 154, 156, 158
 - Corpo
 - adiposo 63, 192, 212, 215-216, 228
 - carotídeo 183
 - mamilar 201

Corte parassagital 22-23
 Corte sagital 23
 Cortes transversais 24
 Coxins Plantares 124-125
 Cramal 19-20
 Crisso 87

Crista

occipital 146
 sagital 146
 neural 26, 30, 128, 137-139, 141

Cromatóforos 30, 46-47, 114, 116-117

Cúspide 100

D

Dentário 93, 101, 141, 146-147, 152, 154, 156, 158, 167

Dentes córneos 45

Dentes vomerianos 211

Dentição pedicelada 63

Dentículos córneos 67

Dentina 30, 115

Depressão 133

Depressor 133

Dermatocrânio 140

Dermátomo 30

Derme 30, 48-49, 51, 114-118

Deuterostômios 13, 25, 33

Diafragma 171, 226

Diápsido 70, 142, 144-145, 150

Diastema 171

Diencéfalo 195-198, 200

Dilatador 131

Dióico 34-35

Distal 20, 130

Dolíolos 35

Ducto

arquinéfrico 26, 28-30, 189-190, 192, 215-216
 cístico 213
 de Müller 190

E

Ectoderma 25, 30, 113

Ectomesênquima 128

Ectopterigóide 141, 143, 147, 150, 153-155, 157-158

Eletrorreceptores 205

Elevação 133

Elevador 131

Enamelóide 115

Endoderma 25, 30

Endomísio 130

Endóstilo 36-39, 43-44, 47-48, 50

Epaxial 134, 166, 206

Epiderme 30, 39-40, 49, 51, 114-118

Epiderme estratificada 48, 113

Epiderme simples 38

Epidídimo 192-193, 228

Epífise 199-200

Epiglote 176

Epímero 30, 127

Epimísio 130

Epipterigóide 141, 147, 150, 155-156

Epipubiano 148

Epitálamo 199

Escama

carenada 74
 ciclóide 115-116
 córnea 114, 123-124
 ctenóide 116-117
 cosmóide 57
 elasmóide 57, 115-117
 ganóide 57
 óssea 57, 114
 placóide 53, 114-115
 supra-labial 74
 verrucosa 74

Escápula 90, 129, 148, 161-162

Esclerótomo 30, 139

Escudos

cefálicos dorsais 74
 ventrais 74, 197

Esfenetmóide 139, 147

Esfíncter 131

Esfíncter cárdico 167

Esfíncter pilórico 167

Espermateca 64

Espermatóforo 64

Espiráculo 67

Esplancocrânio 139, 141

Esplénico 141, 154, 156, 158

Esquamosal 101, 140, 142-143, 146-147, 151-158, 211

Esqueleto

apendicular 138, 148-149
 axial 138, 148
 somático 138
 visceral 138, 149

Esterno 89-91, 135, 138, 148, 159, 161, 169, 171, 217, 226

Estrato

compacto da derme 117
 córneo 114, 117

esponjoso da derme 117
 germinativo 117
 Estreptostilia 145
 Estreptostílico 145, 150, 152, 159
 Estribo 141, 146-147
 Etmóide 139, 146-147
 Euriápsido 142, 144
 Exoccipital 139, 145-147, 151, 153, 155
 Extensão 132
 Extensor 131

F

Falodeu 63
 Fêmur 129, 149, 161-162
 Fendas faríngeas 13, 33, 43, 53, 165
Fenestra exocoanalis 155
 Fíbula 89-90, 149, 161
 Filamentos branquiais 174, 207-208
 Filogenia 14
 Filopluma 89
 Flexão 132
 Flexor 131
 Folheto visceral 127-128
 Folículo 118
 Forame
 magno 100-101, 139
 obturatório 148
 vomeronasal 155
 Fórmula dentária 103
 Fosseta lacrimal 75
 Fotorreceptores 205
 Frontal 100-101, 140, 143, 147, 151-153,
 155-157
 Funil do oviduto 192, 215
 Fúrcula 89, 91, 148, 169, 217

G

Gânglio neural 13, 42-44
 Garra 90, 100, 102, 114, 123-124
 Gastrália 91, 149
 Gastrulação 25
 Glândula
 adrenal 190-191, 227-228
 atrial 38-39
 coaguladora 193
 de Cowper 193
 lacrimal exorbital 170, 223-224
 mamária 93
 mucosa 117
 neural 43
 parótida 170, 223-224

pineal 199, 201
 prepucial 192-193, 227
 próstata 193, 228
 salivar 170-171, 223-224
 serosa 117
 subfaríngea 49
 sublingual 171, 223-224
 submaxilar 171, 223-224
 supra-renal 190
 uropigial 123-124

Glote 174-176, 211
 Gonoduto 191, 208
 Goteira epifaríngea 36, 39, 44, 47, 50
 Grupo monofilético 14
 Grupo parafilético 14

H

Hálux 91
 Hâmulos 118
 Hematopoéticos 30, 177-178
 Hemibrânquias 174
 Hemipênis 69
 Hemolinfático 177
 Heterocerca 53
 Heterodonte 100
 Hióide 141-142, 146-147
 Hiolística 142
 Hiomandibular 141-142
 Hipo-axial 134, 166, 206
 Hipófise 200
 Hipômero 30, 127-128
 Hipopena 89
 Hipotálamo 199-201
 Holobrânquias 174, 208
 Homodonte 100

I

Ílio 90, 148, 160-162
 Incisivo 99, 101, 103
 Infundíbulo 201
 Inglúvio 169
 Inserção 129-130
 Interclavícula 148
 Interparietal 101, 147
 Intertemporal 140, 142-143
 Ísquio 90, 148, 160-162

J

Jugal 101, 140, 142-143, 145, 147, 150-155

L

Labirinto membranoso 198, 205
 Lacrimal 140, 143, 147, 150, 153-156
 Lâmina dorsal 43-44
 Lampreia 45-46
 Leite-do-papo 169
 Lênticos 68
 Ligamento 130
 Linfa 177
 Linfonodos 170, 178, 223-224
 Linha lateral 27-30, 116-117, 120-121, 204
 Lofodontes 159
 Loro 87
 Lóticos 68

M

Manto 41-42
 Martelo 146-147
 Maxilar 57, 101, 140, 143, 147, 151-158, 167
 Mecanorreceptores 204-205
 Meckel 115, 141, 197
 Medial 20
 Mediana 20
 Medula oblonga 195
 Membrana branquiostegal 174
 Membrana nictitante 122-123
 Meroblástica 25
 Mesencéfalo 195-201
 Mesênquima 26, 30, 128
 Mesetmóide 139, 147
 Mesoderma 25-26, 30, 113-114, 127-128
 Mesoderma pré-cordal 127
 Mesômero 30, 189
 Mesonefro 27
 Metencéfalo 195-201
 Mielencéfalo 195-201
 Miômero 36-40, 48-51, 116, 134, 166, 206
 Miossepto 36-40, 48-51, 116, 134, 206
 Miótomo 30, 127
 Moela 80, 170, 219-220
 Molar 99, 101, 103
 Molariformes 103
 Monimostilia 145
 Monimostílico 145, 150
 Monofilético 57-58, 63, 69, 79, 93
 Monóico 34, 42
 Musculatura
 branquial 128
 epaxial 134, 206

 hipo-axial 134, 206
 somática 128
 visceral 128

Músculo

Abdutor dorsal curto 209
 Acromiodeltóide 223-224
 Acromiotrapézio 224
 Adutor curto do fêmur 223
 Adutor longo do fêmur 223
 Adutor magno 210
 Adutor profundo 217
 Agonista 131
 Ambiens 217
 Ancôneo 209
 Antagonista 131
 Anterior da tibia 217-218, 223-224
 Anterior do tarso 210
 Bíceps do braço 129, 217, 223-224
 Bíceps do fêmur 224
 Braquial 224
 Cardíaco 128
 Clavotrapézio 223-224
 Cleidomastóideo 225
 Coccigeoilíaco 209
 Coracobraquial 217
 Coracoradial 210
 Crural 210
 Cutâneo do peito 210
 Deltóide 210
 Deltóide maior 218
 Demotemporal 218
 Depressor da mandíbula 209, 211, 218
 Digástrico 223-225
 Dorsal da escápula 209, 211
 Elevador da cauda 218
 Elevador longo posterior da mandíbula 211
 Elevador longo da orelha 224
 Epaxial 135
 Espinodeltóide 224
 Espinotrapézio 224
 Esterno-hióideo 223, 225
 Esternomastóideo 223, 225
 Esternotraqueal 219
 Estriado esquelético 128, 130
 Extensor comum do dedo 209, 218
 Extensor curto da perna 210
 Extensor radial do carpo 209, 224
 Extensor radial do metacarpo 217-218
 Extensor ulnar do carpo 209, 223-224
 Femurtibial 217
 Fibular 209
 Flexor do dedo 218
 Flexor radial do carpo 210, 223
 Flexor radial do metacarpo 218
 Flexor ulnar do carpo 210, 217, 223-224
 Gastrocnêmio 209-210, 217-218, 223-224
 Glúteo máximo 218, 224

- Grácil 223
 Grácil maior 210
 Grácil menor 210
 Hipo-axial 135
 Ilíaco externo 209
 Iliofibular 209
 Iliolombar 209
 Infra-espinal 224
 Lateral da cauda 218
 Latíssimo do dorso 209, 211, 218, 224
 Liso 127
 Longo da fíbula 218
 Longuíssimo do dorso 209, 211
 Masseter 223-224
 Milo-hioídeo 134, 210-211, 218
 Obliquo externo 209, 217, 223-224
 Obliquo interno 217-218, 224
 Palmar longo 210
 Peitoral 129, 210, 217-218, 224
 Peitoral menor 223
 Posterior da tibia 210
 Posterior do tarso 210
 Pronador 133
 Pronador quadrado 133
 Pronador redondo 133
 Pronador superficial 217
 Pterigóideo 211
 Reto do abdome 135, 210, 223-224
 Rombóide 209, 211
 Rombóide profundo 218
 Sartório 210, 217-218, 223
 Semimembranáceo 209, 217-218
 Semitendíneo 218, 224
 Serrátil ventral 223-224
 Submental 210-211
 Supinador 133
 Supracoracóideo 135, 217
 Temporal 209, 211, 224
 Tensor da fâscia lata 129, 224
 Tensor do pró-patágio 218
 Tríceps do braço 217, 223-224
 Tríceps do fêmur 209, 210
 Vasto 217
 Vasto lateral 224
- N**
 Nadadeira adiposa 121
 Nasal 101, 140, 143, 147, 150, 153-157
 Neotênicas 64
 Neurulação 26
 Nódulos hemáticos 178
 Notocorda 13, 26-30, 33-34, 36-40, 47, 50-52, 137, 139, 197
- O**
 Ocelos 36-37
 Oligofiodontes 150
 Oligolécitos 25
 Opérculo 63, 67, 121, 161, 174
 Opérculo membranoso 53
 Opérculo ósseo 57, 121, 174
 Opistóglifas 75
 Opistótico 139, 143, 147, 151
 Orbitoesfenóide 101, 139, 147, 155
 Órgão de Jacobson 204
 Órgão ultimobranquial 30, 178
 Órgão vibrátil 36-37
 Órgão vomeronasal 197, 204
 Órgãos elétricos 133
 Origem 129-130
 Orla membranosa caudal 37
 Orla membranosa dorsal 37-40
 Orla membranosa ventral 37
 Osso
 acelular 115
 de membrana 137
 de substituição 138
 dérmico 30, 137, 140, 147
 endocondral 138, 139, 147
 pneumático 88, 91
 turbinado 93, 146
 Osteodermos 73
 Otólito 205
 Ovissaco 215
- P**
 Palatino 101, 141, 143, 147, 151, 153, 155, 157
 Palato secundário 145-146, 150, 159
 Palatoquadrado 53, 141, 197
 Pâncreas de Aselli 178
 Papila *amphibiorum* 63
 Papila dérmica 118
 Papilas orais 47-48, 67
 Papo 123, 169, 219
 Parabrônquios 175
 Paraesfenóide 141, 143, 147, 156
 Parafilético 14, 45, 58, 63, 69
 Parápsido 142
 Parietal 101, 140, 143, 147, 151, 153, 155-158
 Pêlo 93, 114, 125, 128
 Pena 79, 87-88, 91, 114, 118, 123, 128
 Perímio 130
 Perioste 130
 Periótico 147
Petromyzon marinus 46-47, 49, 51
 Petroso 147

Pigóstilo 89-91
 Píleo 87
 Placa basal 139
 Placa cribiforme 147
 Placa crivada 146
 Placa pós-orbital 146
 Placas córneas 117
 Plano
 frontal 20
 horizontal 20
 parassagital 20
 sagital 20
 transversal 20
 Plastrão 70, 114
 Pleurodontes 150
 Plexo coróide posterior 197-199
 Plicodontes 159
 Plúmula 118
 Podoteca 87, 123
 Poliodontes 150
 Pós-frontal 140, 143, 147, 150, 155-158
 Pós-orbital 140, 142-143, 147, 150-153,
 155-156
 Pós-parietal 140, 142-143
 Pré-articular 141, 147, 152, 156
 Pré-coracóide 148
 Pré-esfenóide 101, 139, 147
 Pré-frontal 140, 143, 147, 151-158
 Pré-maxilar 57, 101, 140, 143, 147, 151,
 153-158, 167
 Pré-molar 99, 101, 103
 Prega metapleural 36-39
 Prega velar 47-48
 Probóscide 34
 Processo angular 101
 Processo coronóide 101
 Processo pós-orbital 100-101
 Processo uncinado 88, 90
 Proctodeu 220
 Pronador 133
 Proótico 139, 143, 147, 151, 155-156, 158
 Prosencéfalo 195
 Prosopigia 41-42
 Proteróglifas 75
 Proventrículo 170, 220
 Proximal 20, 130
 Pterigióforos 161
 Pterigóide 101, 141, 143, 145, 147, 151,
 153-155, 157-158
 Pterilas 124

Púbis 90, 148, 160-161

Q

Quadrado 141, 143, 145-147, 151-158
 Quadradojugal 140, 142-143, 145, 147, 150-154
 Quarto ventrículo 197
 Queratina 113-114
 Quiasma óptico 197, 199-200
 Quilha 148
 Quimiorreceptores 204

R

Rádio 90, 129, 133, 161
 Rádio-ulna 162
 Raios branquiostegais 121, 174
 Ranfoteca 87, 123-124
 Raque 88
 Rastros branquiais 174, 208
 Receptor
 generalizado 203
 primário 203
 secundário 203
 Rectriz 87
 Região
 Australiana 18
 Etiópica 18
 Neártica 18
 Neotropical 18
 Oriental 18
 Paleártica 18
 uropigial 87

Regiões zoogeográficas 15, 18

Rêmige 87, 89, 124

Rinário 124-125

Rins de acumulação 42

Rins de Müller 38

Rombencéfalo 195

Roseta olfativa 204

Rostral 19

Rostro 36-37

S

Sacos aéreos 79, 175

Sacos pneumáticos 175

Salpas 35

Secodonte 100, 159

Selenodonte 159

Semipluma 89

Septo inter-atrial 183

Septomaxilar 140, 143, 147

Sifão exalante 41-42

- Sifão inalante 41-43
 Simetria bilateral 20, 41, 138
 Sinapomorfia 14, 52, 61, 63, 69, 79, 93
 Sinápsido 142, 144
 Sinsacro 88, 90-91
 Siringe 80, 175, 220
 Sistemática 14
 Sistemática cladística 14
 Sistemática filogenética 14
 Solenóglifas 75
 Subheterodontes 150
 Supinador 133
 Supra-angular 141, 147, 152, 154, 156, 158
 Supra-escápula 162, 209
 Supra-occipital 139, 147, 151, 153, 155
 Supratemporal 140, 143, 147, 155-156
- T**
- Tabular 140, 142-143
 Tarsometatarso 89-90
 Tecido adiposo 207, 217-218, 225, 227
 Tecido aracnóideo 50-51
 Tecido muscular
 estriado cardíaco 127
 estriado esquelético 127
 liso 127
 Tecodonte 70, 73, 91, 150
 Tectriz 87
 Telencéfalo 195-199, 201
 Telolécitos completos 25
 Telolécitos incompletos 25
 Temporal 147
 Tendão 130
 Tíbia 89, 161
 Tíbia-fíbula 162, 210
 Tibiotarso 90
 Timo 218, 226
 Timpânico 147
 Tonsilas 178
 Tornária 34
 Trabéculas 139, 141
 Tracto olfativo 30, 199, 201
 Transverso 147
 Triblastico 25
 Trompas de Eustáquio 168
 Trompas faringotimpânicas 168, 211
- Tronco
 arterial 183, 214
 braquiocefálico 184-185
 peitoral 184, 187
 pulmonar 185-186
- Tubérculo dorsal 43
 Tubo nervoso dorsal 13
 Tubo neural 26, 30, 37-40, 48-52
 Túnica 34, 41-42
 Tunicina 34
- U**
- Ulna 90, 129, 133, 161, 163
 Umbílico 88
 Úmero 90, 129, 133, 161-162
 Unha 102, 114
 Urodeu 220
 Uróstilo 64, 162, 209
- V**
- Vacuidade interpterigóidea 143
 Válvula
 espiral 26, 29, 50-51
 cárdica 172
 íleo-cólica 171
 pilórica 172
 semilunar 179
- Vanádio 44
 Vasos peitorais 217
- Veia
 abdominal 182
 abdominal lateral 28-29
 axilar 184, 225
 braquial 214
 cardinal 50, 181
 cardinal anterior 49
 cardinal posterior 51
 cava anterior 181-187, 214, 225
 cava caudal 185
 cava cranial 185
 cava posterior 181-183, 185-187, 214, 221, 227
 cutânea dorsal 28-29
 cutânea lateral 28-29
 cutânea ventral 28-29
 femoral 221
 hepática 179, 208
 ilíaca comum 227
 ilíolombar 228
 inominada 183, 214
 jugular 181-182, 187, 197, 217
 jugular comum 184
 jugular externa 183, 214, 225
 jugular interna 214
 mesentérica 221
 musculocutânea 214
 peitoral 225
 porta-renal 215-216, 221
 pulmonar 181-182, 187, 220

renal 215, 227
subescapular 214
subclávia 181-185, 214
subintestinal 51
Velum 36-37
Ventrículo óptico 197
Vesícula
 seminal 193, 228
 frontal 36-37

Vexilo 88
Vibrissas 124-125
Vômer 101, 141, 143, 147, 145, 151, 155, 157,
 167

X

Xifisterno 161, 171, 225

SOBRE OS AUTORES

Elizabeth Höfling, Doutor em Ciências – área de zoologia – pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. É docente do Departamento de Zoologia deste Instituto desde 1977, onde ministra as disciplinas “Vertebrados” e “Ornitologia Básica” no curso de graduação em Ciências Biológicas (Licenciatura e Bacharelado), e “Anatomia e Evolução de Aves” no curso de pós-graduação, na área de zoologia. Desenvolve pesquisas anátomo-funcionais de vertebrados e, na área da ornitologia, sobre as avifaunas urbana e silvestre da região Sudeste do Brasil.

Ana Maria de Souza Oliveira, Doutor em Ciências – área de zoologia – pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. É docente do Departamento de Zoologia deste Instituto desde 1978, onde ministra as disciplinas “Vertebrados” e “Ictiologia Básica” no curso de graduação em Ciências Biológicas (Licenciatura e Bacharelado). Desenvolve pesquisas em anatomia de peixes ósseos neotropicais, de águas continentais.

Miguel Trefaut Rodrigues, Doutor em Ciências – área de zoologia – pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. É docente do Departamento de Zoologia deste Instituto desde 1986, onde ministra as disciplinas “Vertebrados” no curso de graduação em Ciências Biológicas (Licenciatura e Bacharelado) e “Sistemática, Ecologia e Evolução de Répteis e Anfíbios” no curso de pós-graduação, na área de zoologia. Seu trabalho está centrado no estudo da sistemática, ecologia e evolução de répteis e anfíbios neotropicais.

Eleonora Trajano, Mestre em Zoologia e Doutor em Ciências – área de zoologia – pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. É docente do Departamento de Zoologia deste Instituto desde 1981, onde ministra as disciplinas “Vertebrados” e “Estudo dos Ecossistemas Cavernícolas” no curso de graduação em Ciências Biológicas (Licenciatura e Bacharelado) e “Comunidades de Cavernas” no curso de pós-graduação, na área de zoologia. Desenvolve pesquisas sobre fauna cavernícola, com ênfase na ecologia, comportamento e evolução de peixes subterrâneos.

Pedro Luis Bernardo da Rocha, Mestre e Doutorando em zoologia pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Participou da disciplina “Vertebrados” deste Instituto, durante três anos, tendo sido responsável por disciplina equivalente nos cursos de Biologia da Universidade Estadual de Londrina (PR) e Universidade Mackenzie (SP). Atualmente encontra-se no Departamento de Zoologia do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, como professor da disciplina “Chordata”. Desenvolve pesquisas sobre ecologia de pequenos mamíferos do semi-árido brasileiro.

ACADÊMICA

1. *Chordata: Manual para um Curso Prático*
Elizabeth Höfling e outros
2. *O Renascimento*
Tereza Aline Pereira de Queiroz
3. *Princípios de Eletrodinâmica Clássica*
Josif Frenkel

| | |
|------------------------------|---|
| <i>Título</i> | <i>Chordata: Manual para um Curso Prático</i> |
| <i>Produção</i> | Marcos Keith Takahashi Cristina Fino Orlinda Emiko Teruya |
| <i>Projeto Gráfico</i> | Plínio Martins Filho |
| <i>Capa</i> | Lygia Eluf |
| <i>Editoração Eletrônica</i> | Waldir R. F. Junior |
| <i>Editoração de Texto</i> | Alice Kyoko Miyashiro |
| <i>Revisão de Texto</i> | Antônio de Pádua Danesi |
| <i>Ilustrações</i> | Pedro Luís Bernardo da Rocha Marcos Matsukuma (vinhetas) |
| <i>Arte-final</i> | Julia Yagi |
| <i>Divulgação</i> | Ana Paula Hisayama Ana Lúcia Novais Flávia Hashizume Nakamura |
| <i>Secretaria Editorial</i> | Rose Pires |
| <i>Formato</i> | 19,5 x 27 cm |
| <i>Mancha</i> | 32 x 52 paucas |
| <i>Tipologia</i> | Nebraska 10/16 |
| <i>Papel</i> | Cartão Supremo 250 g/m ² (capa) Rio Print 90 g/m ² (miolo) |
| <i>Número de Páginas</i> | 244 |
| <i>Tiragem</i> | 1500 |
| <i>Fotolito</i> | Bandeirante |
| <i>Impressão</i> | Imesp |

