

Osteologia das aves

Texto de apoio às aulas de Anatomia I
Curso de Medicina Veterinária da Universidade de Évora

Ricardo Romão rjromao@uevora.pt

Universidade de Évora – Departamento de Zootecnia
Apartado 94 7002-554 Évora, Portugal

ÍNDICE

1. Introdução	2
1.1 Generalidades de Osteologia das aves	2
2. Esqueleto axial	4
2.1 Vértebras cervicais	4
2.2 Vértebras torácicas	4
2.3 Vértebras lombares e sacrais	4
2.4 Vértebras coccígeas ou caudais	5
2.5 Costelas	5
2.6 Esterno	5
3. Esqueleto Apendicular	7
3.1 Cintura escapular	7
3.1.1 Osso coracóide	7
3.1.2 Clavícula	7
3.1.3 Escápula	8
3.2 Úmero	8
3.3 Rádio e ulna	8
3.4 Carpo	8
3.5 Metacarpo	8
3.6 Dedos	9
3.7 Cintura pélvica	9
3.7.1 Ílio	9
3.7.2 Ísquio	10
3.7.3 Púbis	10
3.8 Fémur	10
3.9 Tíbia e fíbula	10
3.10 Tarso	10
3.11 Metatarso	10
3.12 Dedos	11
4. Esqueleto da cabeça	11
4.1 Crânio	11
4.2 Face	13
5. Bibliografia	14

1.Introdução

Dentro dos vertebrados, à excepção dos peixes, a Classe das aves é aquela em que existe maior número de espécies, com um total de cerca de 9000 distribuídas por todo o planeta. Apesar deste número, que pressupõe uma grande diversidade entre elas, há determinadas características das aves que as diferenciam dos restantes vertebrados sendo as principais a presença de penas a cobrir o corpo e a adaptação destes animais ao voo, patente sobretudo na modificação dos membros anteriores para esta função (asas). Em relação aos membros pélvicos, estes encontram-se vocacionados para andar, saltar ou nadar, de acordo com a adaptação ao meio.

Outros órgãos ou sistemas concorrem em auxiliar o voo, principalmente pela redução do peso corporal, e entre eles podemos, por exemplo, referir:

- Plumagem que aumenta o volume corporal sem aumentar o peso;
- Órgãos pesados localizados no centro do corpo;
- Ausência de dentes, estando esta função assegurada por um órgão especial, a moela;
- Simplificação do aparelho urinário, com ausência de bexiga e excreção conjunta dos aparelhos urinário e digestivo;
- Pneumatização dos ossos;
- Fusão de ossos, como é o caso dos do crânio, do *notarium* ou do sinsacro;
- Cintura escapular completa, adaptada ao voo.

Ao estudo da anatomia das aves em Medicina Veterinária interessa sobretudo aquele grupo que designamos por “aves domésticas” e que inclui sobretudo as aves com objectivos de produção em Portugal, embora nos nossos dias esse conceito seja um pouco mais alargado pela introdução de algumas espécies exóticas de produção (ex: avestruz) ou ainda das muito variadas aves destinadas apenas ao lazer ou as silváticas (ex: pombo, papagaio, rapinas, cinegéticas, etc.). Assim, por questões de sistematização, será descrita a anatomia das aves baseada na anatomia do galo doméstico (*Gallus gallus*), recorrendo-se à Anatomia Comparada para indicar algumas diferenças relevantes de outras espécies.

Nome comum	Espécie	Ordem
Galo	<i>Gallus gallus</i>	Galiformes
Perú	<i>Meleagris gallopavo</i>	
Pato	<i>Anas platyrhynchos</i>	Anseriformes
Ganso	<i>Anser anser</i>	
Pombo	<i>Columba livia</i>	Columbriformes
Avestruz	<i>Struthius camelus</i>	Strutioniformes

Tabela 1: Principais espécies domésticas de aves.

1.1 Generalidades de Osteologia das aves

A ossificação nas aves é diferente da que ocorre nos mamíferos, nomeadamente a ausência de núcleos epifisários independentes durante a osteogénese, já que a ossificação epifisária se faz a partir das diáfises. Por outro lado, a própria composição do osso é diferente, já que nos ossos das aves a proporção mineral é superior, o que os torna mais susceptíveis a fracturas. Nas fêmeas, durante o período reprodutivo, existe um tipo de osso secundário na cavidade medular de muitos ossos, que se denomina osso medular, o qual forma espiculas na cavidade medular a partir do

endósteo, servindo como reserva mineral que pode ser mobilizada como fonte de cálcio para formação da casca do ovo.

Outra característica é a pneumatização de alguns ossos, em que estes apresentam expansões do aparelho respiratório – os sacos aéreos; esta pneumatização, além da particularidade fisiológica em si, tem implicações no âmbito da Medicina Veterinária, como é o caso das precauções na manipulação cirúrgica de fracturas que envolvam estas estruturas ou a possibilidade do uso da anestesia volátil por esta via. Os ossos normalmente pneumatizados são os do crânio, as vértebras ou os segmentos proximais dos ossos dos membros; os locais onde os sacos aéreos penetram nos ossos são denominados forâmens pneumáticos ou pneumatoporos.

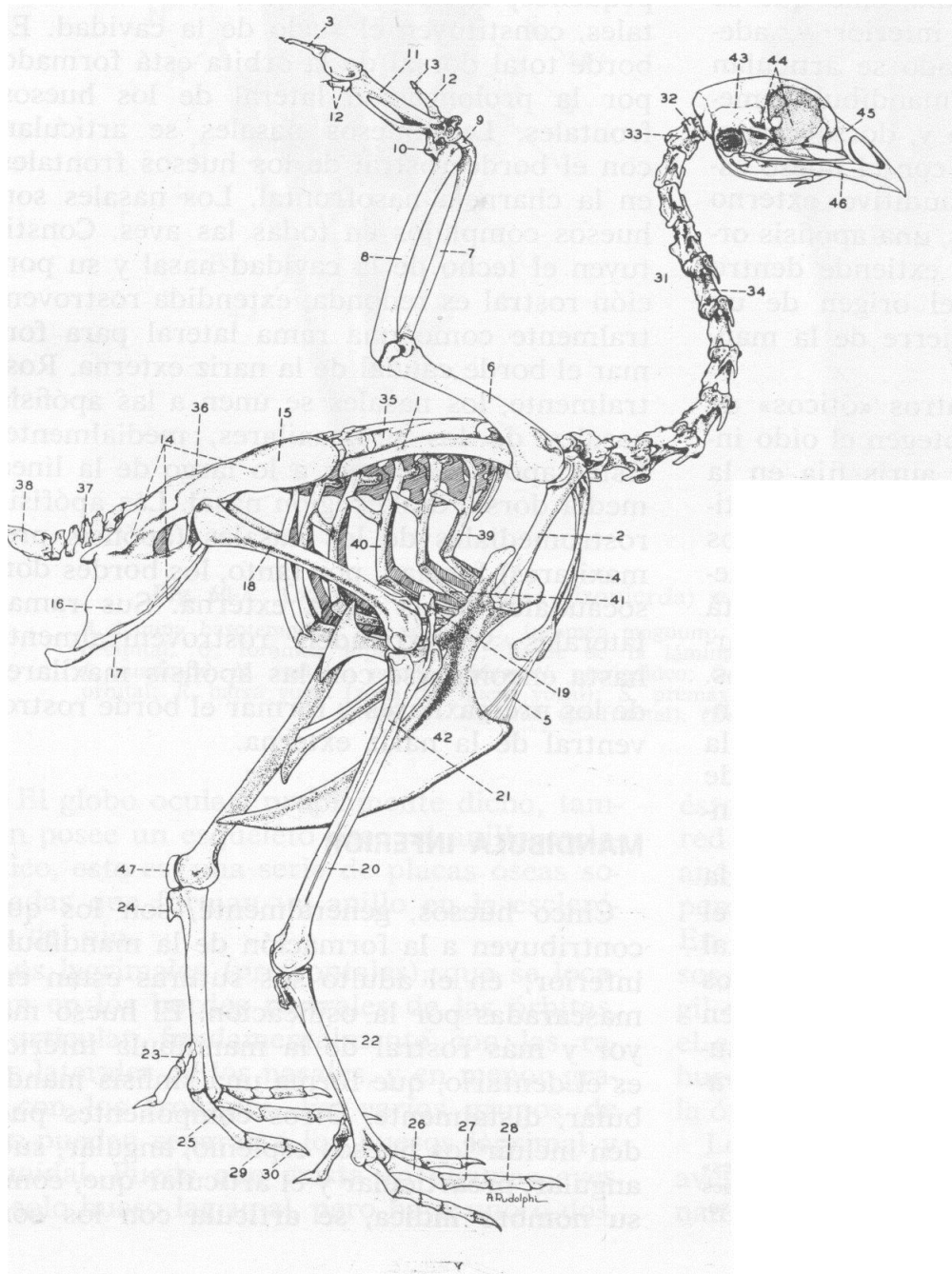


Figura 1: Esqueleto do galo. Adaptado de Feduccia, 1998.

2. Esqueleto axial

O número de vértebras varia bastante entre espécies. O número total oscila entre as 39-64, com as maiores variações na região cervical.

Nome comum	V. cervicais	V. torácicas	V. lombares e sacrais	V. coccígeas
Galo	13	7	11-14	5-6
Pato	14-15	9		8
Ganso	17-18			
Pombo	12	7		

Tabela 2: Número de vértebras em cada região para algumas aves domésticas (Schwarze e Schröder, 1970).

2.1 Vértebras cervicais

No galo doméstico são em número de 13 (Tabela 2). Encontram-se dispostas de tal forma que no seu conjunto descrevem uma forma de S, que facilita o amortecimento do choque da região da cabeça após o salto ou o voo (nº 31, Figura 1). O atlas articula-se com o único côndilo do occipital por intermédio de uma fossa articular profunda. Esta fossa estende-se até à apófise odontóide do eixo (estando portanto este último articulado também com o occipital).

Nas aves a articulação entre os corpos vertebrais efectua-se por uma articulação do tipo diartrose, apresentando as superfícies articulares uma forma especial côncava latero-lateralmente e convexa dorso-ventralmente, classificando-se como uma articulação em sela, a qual permite uma mobilidade muito superior da zona cervical. Nas apófises transversas, especialmente nas vértebras mais caudais existem apófises estiliformes dirigidas caudalmente, vestígios de costelas cervicais, a que se dá o nome de apófises costais.

2.2 Vértebras torácicas

No galo são em número de 7, com a particularidade de algumas delas se unirem numa peça óssea única que denominamos de osso *notarium* ou dorsal (nº 35, Figura 1). Este é formado pela união de T2 a T5 (Figura 2). A 7ª vértebra torácica, por seu lado, está unida às vértebras lombares, que referiremos adiante. As vértebras torácicas, tal como nos mamíferos domésticos, articulam com as costelas pelas foveas costais.



Figura 2: representação esquemática da disposição das vértebras torácicas no galo.

2.3 Vértebras lombares e sacrais

Estas duas regiões vertebrais são referidas conjuntamente já que logo após o nascimento as vértebras desta zona se fundem todas num osso único – o sinsacro ou osso lombossacro – que inclui também a última vértebra torácica (Figura 3).

O sinsacro desenvolve uma sinostose com os ílios, formando no conjunto um osso que forma o tecto da cavidade visceral.

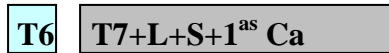


Figura 3: representação esquemática da disposição das últimas vértebras torácicas, lombares e sacrais no galo.

2.4 Vértebras coccígeas ou caudais

O seu número é variável nas várias espécies (Tabela 2). A primeira ou primeiras estão unidas ao sinsacro (Figura 3). Na porção mais caudal desta região há fusão de 4 a 8 vértebras caudais embrionárias, constituindo uma estrutura única das aves –o pigóstilo– de cujas funções podemos destacar a base para inserção dos músculos e penas caudais e a sustentação da glândula uropigeana¹.

2.5 Costelas

São tipicamente em número de 7 pares e articulam-se às vértebras torácicas através de uma cabeça e um tubérculo. As duas primeiras e por vezes a terceira são flutuantes. As restantes possuem dois segmentos designados por costela vertebral (proximal) (nº40, Figura 1) e costela esternal (distal) (nº41, Figura 1); esta última porção corresponde à cartilagem costal dos mamíferos e faz a ligação ao esterno.

Com excepção da primeira e última, todas as costelas vertebrais apresentam, a meio do seu bordo caudal, um processo em forma de gancho achatado que se sobrepõe à vértebra seguinte, designado por processo uncinado, e que confere maior rigidez à porção torácica.

2.6 Esterno

É um osso muito extenso, completamente ossificado, com a face visceral um pouco côncava. Esta face possui diversos forâmens pneumáticos, através dos quais bolsas de ar dos sacos aéreos se incluem no osso. Forma o suporte ósseo de uma grande porção da parede ventral do tronco.

Na linha média da sua porção externa, que é ligeiramente convexa, apresenta a crista esternal, carina ou quilha (B, Figura 4), cuja altura diminui progressivamente, formando uma extensa área de inserção dos principais músculos do voo, os músculos peitorais. A crista é tanto mais desenvolvida quanto mais adaptada ao voo estiver a ave (por exemplo é extremamente desenvolvida no pombo e ausente no avestruz) (Figura 7).

¹ Também designada por *glândula do óleo* é uma glândula holócrina particular das aves cuja função é a secreção de uma substância que as aves espalham pelo corpo e que lhes confere impermeabilização (extremamente importante nas aves aquáticas).

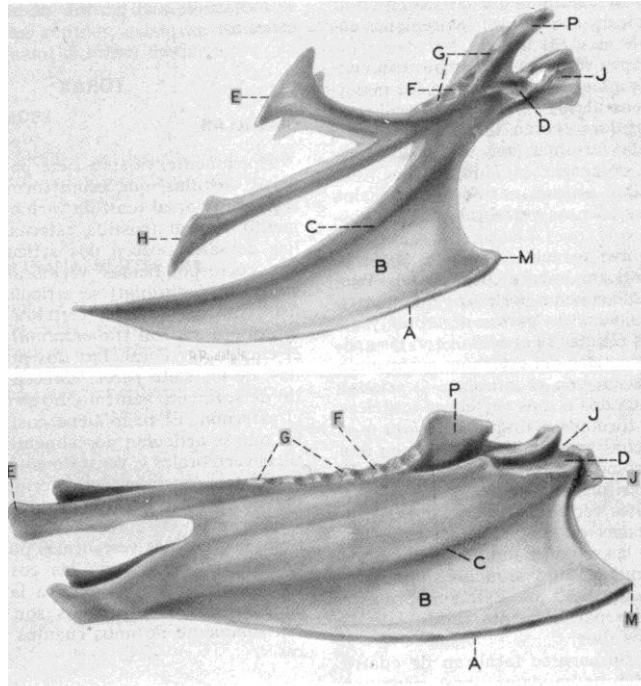


Figura 4: Esterno de galo (em cima) e ganso (em baixo), vista lateral. Adaptado de Feduccia, 1998.

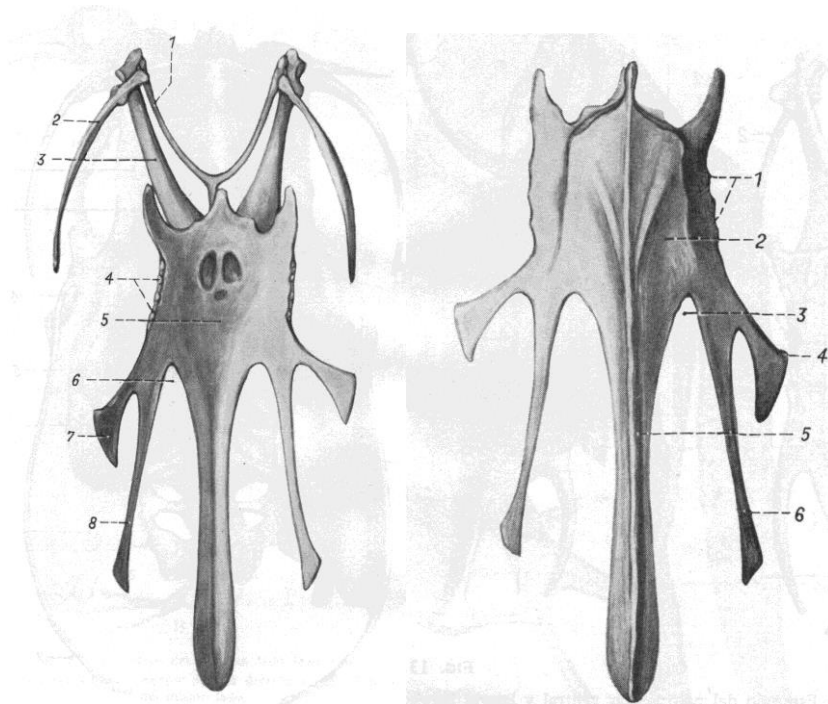


Figura 5 (à esquerda): esterno de galo, vista ventral. Adaptado de Schwarze e Schröder, 1970.

Figura 6 (à direita): esterno de galo, vista dorsal. Adaptado de Schwarze e Schröder, 1970.

Caudalmente o esterno possui grandes aberturas que servem para inserção dos músculos peitorais e que são delimitados pelos processos caudolaterais (E, Figura 4) e processos metaesternais laterais (H, Figura 4). Cranialmente, o esterno projecta-se por um par de processos craniolaterais ou esternocoracoidais (P, Figura 4) e medialmente pelo rostro esternal ou espinha do manúbrio (J, Figura 4). Existe ainda cranialmente um sulco articular para o osso coracóide.

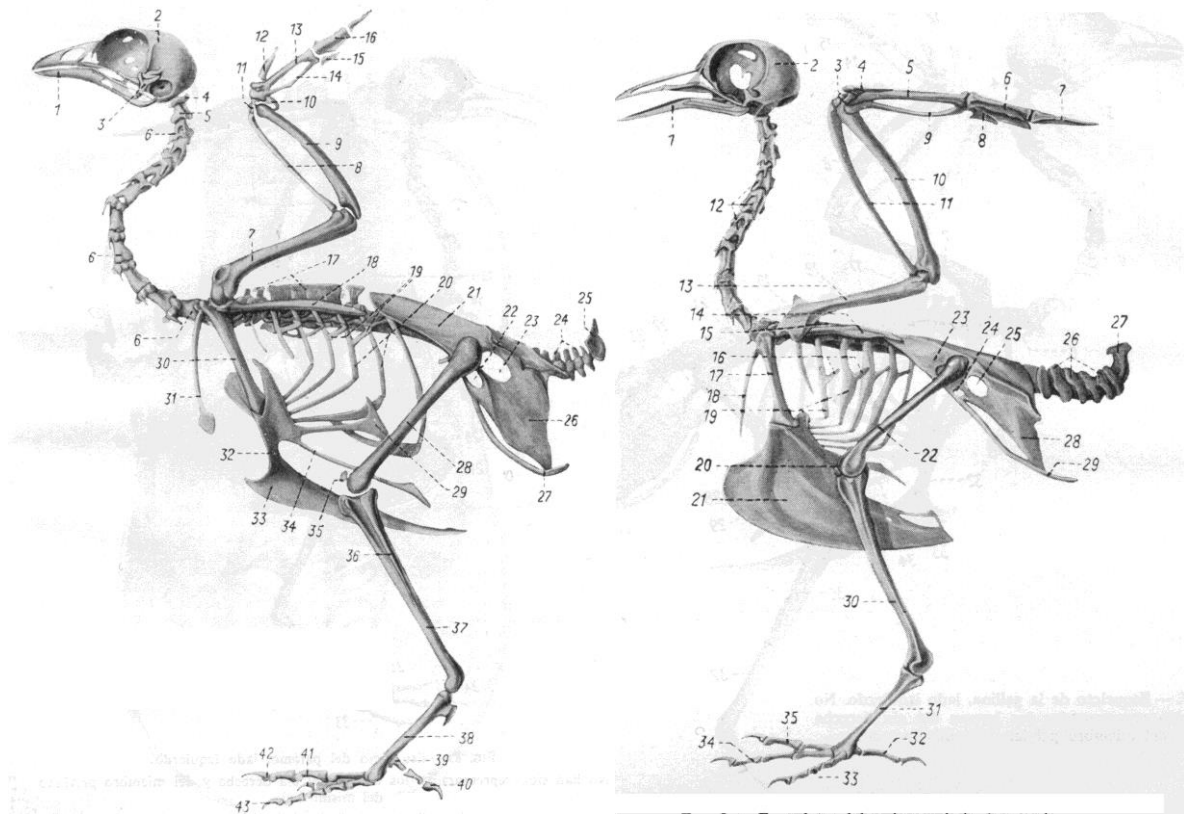


Figura 7: esqueleto do galo (esquerda) vs esqueleto do pombo (direita). Adaptado de Schwarze e Schröder, 1970.

3. Esqueleto Apendicular

3.1 Cintura escapular

Na maioria das aves, a cintura escapular é completamente desenvolvida. Ao contrário do que acontece nos mamíferos, nas aves existem e são completamente desenvolvidos os três ossos da cintura escapular: osso coracóide, clavícula e escápula (nº 2/4/1, Figura 1).

3.1.1 Osso coracóide

É o maior osso da cintura escapular e é pneumatizado. Tem uma orientação ventro-caudal e articula-se ventralmente com o esterno e dorsalmente forma, conjuntamente com a escápula, uma cavidade glenóide para articulação com o úmero.

3.1.2 Clavícula

As duas clavículas, esquerda e direita, unem-se no plano mediano através da sua extremidade ventral constituindo a fúrcula (nº1, Figura 6); na zona de união projecta-se uma pequena apófise que se relaciona com a extremidade cranial da crista esternal por um ligamento (nº 5, Figura 1) ou formando uma união óssea.

O conjunto das duas clavículas tem como função a contenção dos ombros para que estes não se aproximem demasiado durante o voo.

Este osso está ausente no avestruz.

3.1.3 Escápula

É alongada e plana e situa-se paralelamente à coluna vertebral. A sua extremidade caudal é delgada e a extremidade cranial, que corresponde ao ângulo articular dos mamíferos, forma com o osso coracóide a cavidade glenóide para a cabeça do úmero.

3.2 Úmero

Constitui o esqueleto do braço. É um osso longo, pneumatizado, encurvado, que se mantém paralelo às vértebras torácicas, excepto no voo (nº6, Figura 1).

A sua extremidade proximal articula-se através de uma cabeça à cavidade glenóide formada pela escápula e osso coracóide e apresenta duas apófises correspondentes aos tubérculos dos mamíferos. Na extremidade distal existem dois côndilos para articular com o rádio e ulna, sendo o maior o que articula com a ulna. Ventralmente à tuberosidade deltóide encontra-se marcada a zona de inserção dos músculos peitorais.

3.3 Rádio e ulna

Formam o esqueleto do antebraço, que é mais desenvolvido nas aves voadoras (Figura 7). O ângulo articular com o úmero é tal que o braço e o antebraço estão quase paralelos; por sua vez, a mão forma também com o antebraço um ângulo muito apertado, de tal forma que o conjunto tem forma de um Z.

A ulna é maior que o rádio, situa-se lateralmente e é encurvada (nº 7/8, Figura 1). Os dois ossos estão articulados por uma união quase imóvel e estão separados por um espaço interósseo extenso. Na zona lateral da ulna existem uma série de projecções ósseas que representam os pontos de inserção dos ligamentos dos folículos das penas secundárias das asas. Os dois ossos, conforme já referido, articulam-se proximalmente com os dois côndilos do úmero.

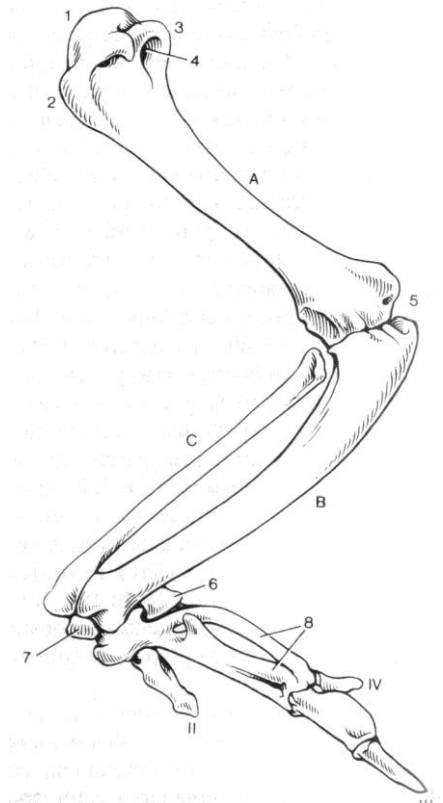


Figura 8: representação da asa esquerda de galo, face dorsal. Adaptado de Dyce *et al.*, 1999)

3.4 Carpo

É composto por dois ossos – carporradial e carpoulnar –, que se articulam com os respectivos ossos do antebraço e que pertencem à fiada proximal do carpo (6/7, Figura 8). A fiada distal está unida aos ossos do metacarpo.

3.5 Metacarpo

É constituído por 3 metacarpianos fundidos num só osso (Figura 8), a que se pode chamar também carpometacarpo devido à inclusão dos ossos distais do carpo:

Metacarpiano I é muito rudimentar

Metacarpiano II é o maior

Metacarpiano III é o menor

O II e III metacarpianos formam entre si um espaço interósseo.

Os esboços dos ossos cárpicos da fiada distal estão reduzidos a uma protuberância proximal no esqueleto do metacarpo. Por outro lado, o metacarpiano IV está fundido ao III e o V está fundido ao carpoulnar.

3.6 Dedos

São em número de três (Figura 8). O maior é o dedo II que apresenta duas falanges. O rudimento do dedo III é constituído por uma falange e o dedo I é muito rudimentar e apresenta uma ou duas falanges, estando colocado junto ao carpo.

3.7 Cintura pélvica

Corresponde ao osso coxal, que é formado pelo ílio, ísquio e púbis. Os três ossos unem-se no acetábulo no pombo e no ganso enquanto no galo e no pato o púbis não participa na sua constituição. Esta cavidade, nas aves, é grande e profunda, notando-se uma perfuração na sua parede (E, Figura 9).

O coxal nas aves não forma uma superfície ventral como nos mamíferos, apresentando uma ampla abertura que facilita a postura dos ovos nas fêmeas². Por outro lado, nas aves os dois coxais estão fundidos ao sinsacro na zona do íleo, constituindo o conjunto a pélvis.

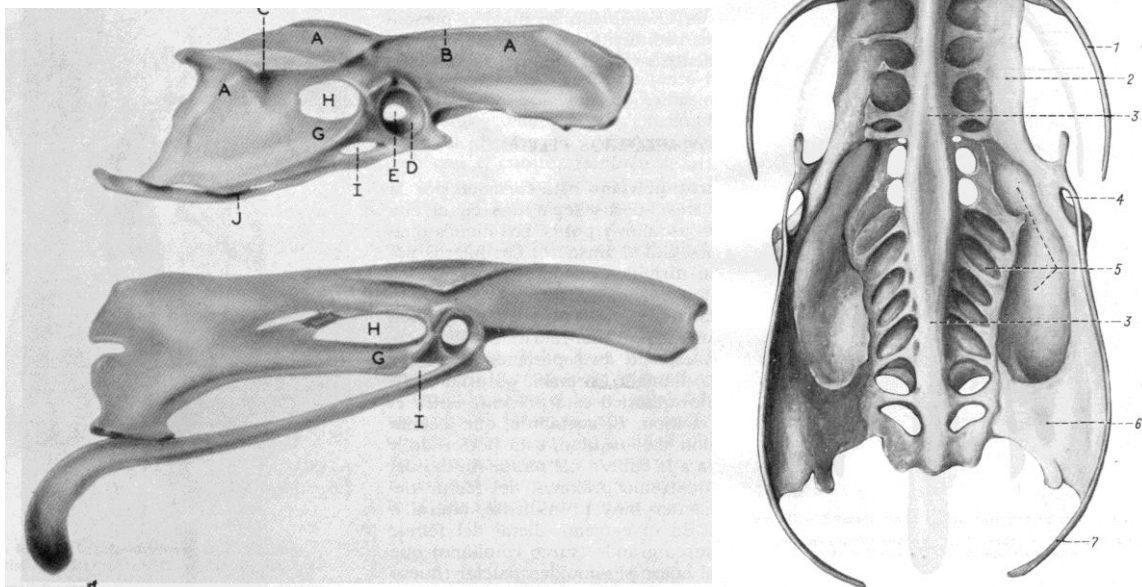


Figura 9 (à esq.): Cintura pélvica de galo (cima) e ganso (baixo), vista lateral. Adaptado de Feduccia, 1998.

Figura 10 (à direita): Cintura pélvica e osso sinsacro do galo, vista ventral. Adaptado de Schwarze e Schröder, 1970.

3.7.1 Ílio

É o maior dos três ossos, unindo-se ao sinsacro (A, Figura 9). A superfície glútea está cranialmente ao acetábulo e é côncava enquanto caudalmente a este a superfície é convexa. A face endopélvica forma uma concavidade (fossa renal) que é ocupada pelos rins (nº5, Figura 10).

² Por não haver uma verdadeira união ventral dos dois coxais, o termo “cintura pélvica” não é devidamente aplicável nas aves, como o é nos mamíferos.

3.7.2 Ísquio

Tem contorno triangular, forma com o púbis o forâmen obturado (I, Figura 9) e com o ílio o forâmen ilio-isquiático (H, Figura 9), sendo o seu bordo caudal livre.

3.7.3 Púbis

É uma delgada lâmina de osso, semelhante a uma costela, colocada ao longo do bordo ventral do ísquio, que ultrapassa caudalmente (nº17, Figura 1). Entre o púbis e o ísquio existe uma fenda que é ocupada por tecido conjuntivo.

3.8 Fémur

É o osso da coxa e nas aves é mais curto que o esqueleto da perna (nº18, Figura 1). A sua forma é cilíndrica e ligeiramente encurvada. Na extremidade proximal possui uma cabeça com colo bem definido que articula no acetábulo e um trocânter maior onde se inserem os músculos glúteos. Na extremidade distal existem 2 côndilos (medial para articulação com a tíbia e lateral para articulação com a fíbula) e uma tróclea, cranialmente, sobre a qual desliza a patela.

3.9 Tíbia e fíbula

A tíbia é o osso mais longo da perna, com orientação ventro-caudal (nº21, Figura 1). Na sua porção lateral existe uma crista para inserção da fíbula, a qual não atinge a extremidade distal. A extremidade distal apresenta dois côndilos para articulação com o metatarso, a esta zona estão anexados os ossos da fiada proximal do tarso, razão pela qual é utilizada também a designação de tibiotarso para toda esta zona.

3.10 Tarso

O tarso nas aves não existe já que os ossos das duas fiadas proximal e distal se encontram fundidos quer com a tíbia, formando o tibiotarso, quer com os ossos do metatarso, formando o tarso-metatarso.

3.11 Metatarso

É constituído por um osso longo, formado pela união dos metatarsianos II, III e IV e pelo elemento tarsiano, conforme já referido (Figura 11). O metatarsiano I está junto ao bordo caudomedial do metatarso, é rudimentar e articula-se ao dedo I (D, Figura 11). O grande metatarsiano articula-se proximalmente com o tibiotarso e distalmente com os dedos, através de um côndilo para cada um dos respectivos dedos.

Do lado medial do osso, dorsalmente à união dos terços médio e distal existe uma projecção aguda e encurvada (processo *calcaris*) que serve de apoio ao esporão, muito desenvolvido no macho.

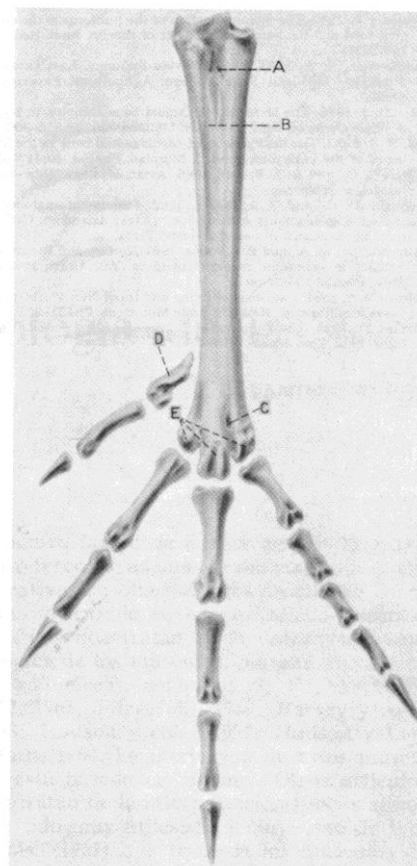


Figura 11: Pé esquerdo do galo, vista dorsal. Adaptado de Feduccia, 1998.

3.12 Dedos

As aves domésticas têm geralmente 4 dedos no membro pélvico (Figura 11):

Dedo I – tem 2 falanges e está dirigido caudalmente;

Dedo II – tem 3 falanges e dirige-se cranialmente;

Dedo III – tem 4 falanges e é o dedo mais central dos que se dirigem cranialmente;

Dedo IV – tem 5 falanges e é o dedo mais lateral.

A falange distal de cada um dos dedos é pontiaguda e está coberta por uma garra córnea que se adapta à forma da falange que cobre e que varia com as várias espécies de acordo com a utilização dos dedos (muito desenvolvidas, por exemplo, nas aves de rapina).

4. Esqueleto da cabeça

4.1 Crânio

O esqueleto do crânio tem a mesma constituição que o dos mamíferos, com a diferença da ausência dos interparietais e da fusão precoce dos restantes ossos. Além disto podemos ainda referir:

O occipital possui apenas um côndilo, ventralmente ao forâmen magno, que se articula com o atlas e com o processo odontóide do eixo; esta disposição é responsável pela notável mobilidade da cabeça das aves (nº2, Figura 14).

O esfenóide é triangular e forma a maior parte da base do crânio (nº7, Figura 14);

A lâmina crivosa do etmóide tem um único buraco para passagem do nervo olfativo;

Os frontais (nº4, Figura 12) são relativamente bem desenvolvidos e formam a maior parte da abóbada craniana.

A cavidade timpânica é extremamente desenvolvida assim como as órbitas, as quais são apenas separadas pelo septo interorbitário (nº5, Figura 12).

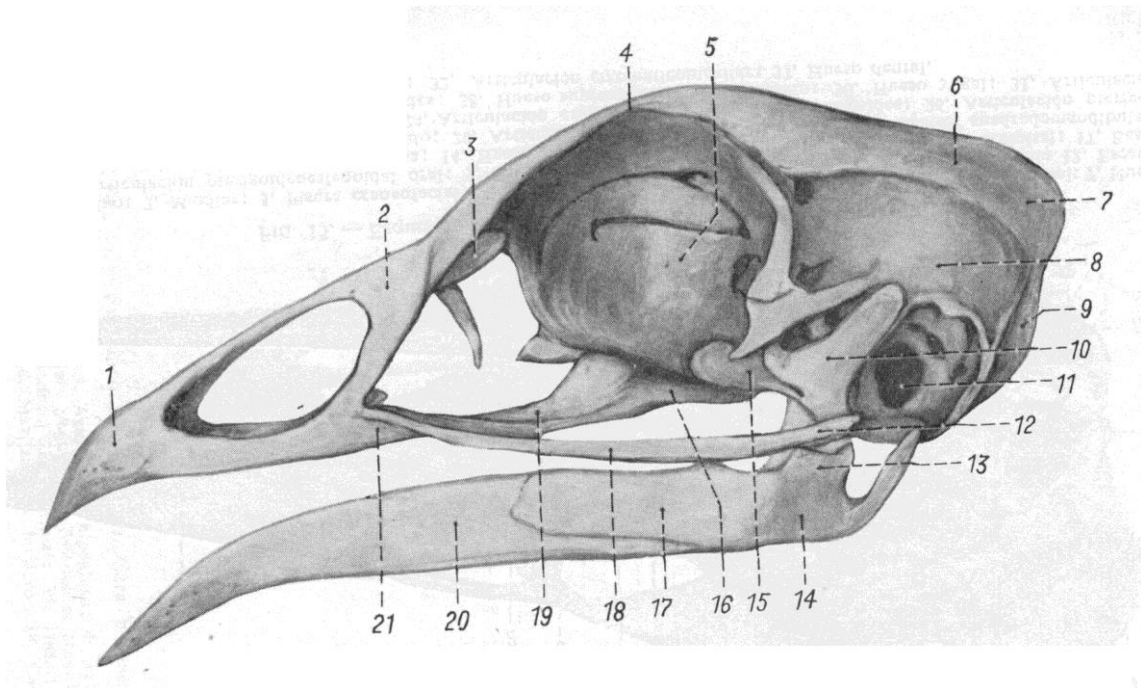


Figura 12: Esqueleto da cabeça do galo, lado esquerdo. Adaptado de Schwarze e Schröder, 1970.

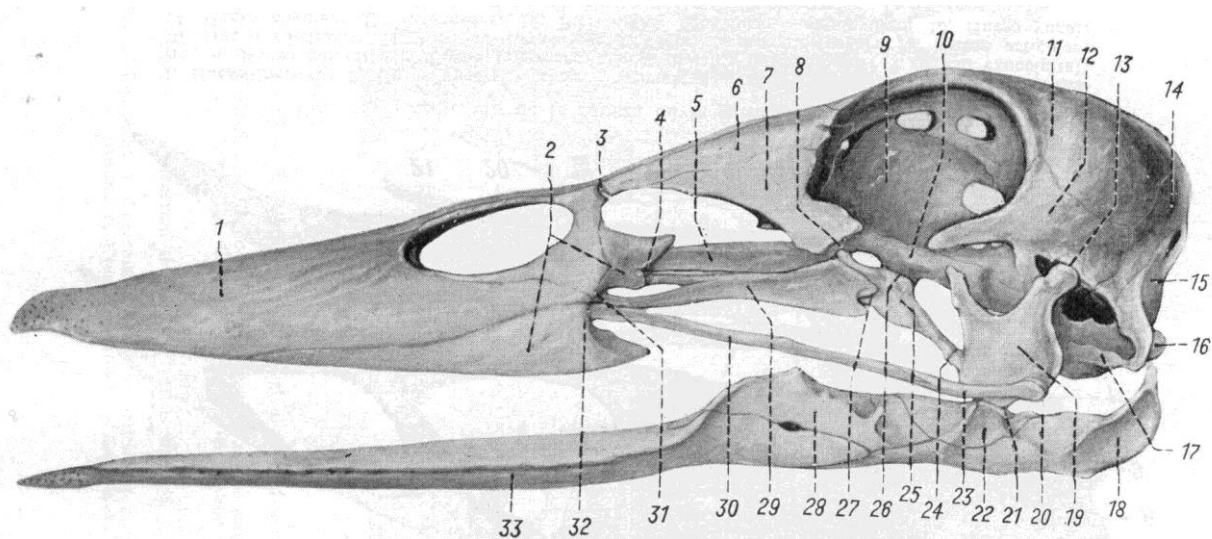


Figura 13: Esqueleto da cabeça do pato, lado esquerdo. Adaptado de Schwarze e Schröder, 1970.

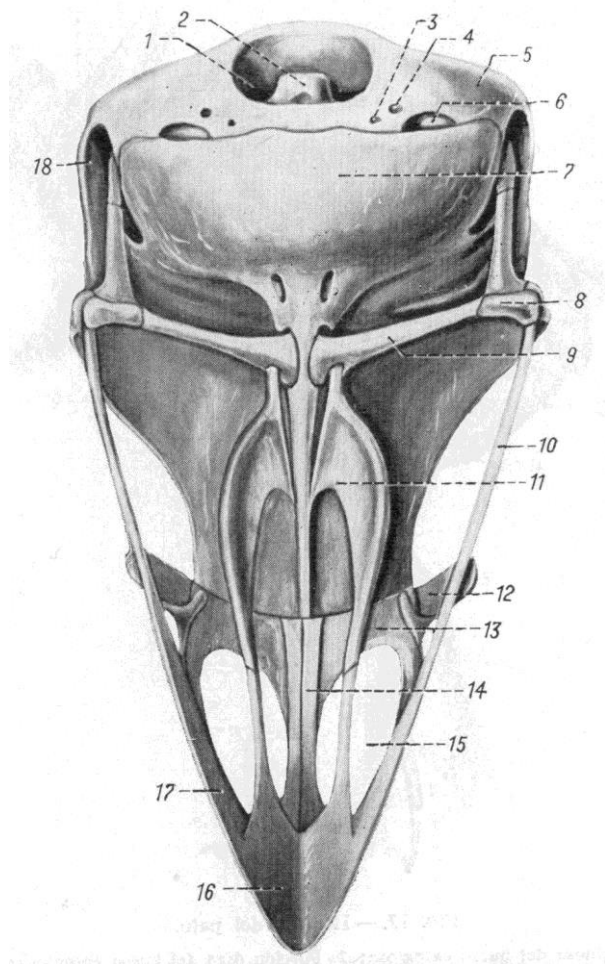


Figura 14: Esqueleto da cabeça do galo, vista ventral. Adaptado de Schwarze e Schröder, 1970.

4.2 Face

Resumidamente pode descrever-se a anatomia dos ossos da face das aves nos seguintes pontos.

O osso incisivo e a mandíbula não possuem alvéolos dentários e em seu lugar apresentam formações córneas e são muito desenvolvidos, em contraste com os restantes ossos da face. Formam o fundamental das valvas superior e inferior do bico (Figura 12 e Figura 13).

Os ossos nasais estão situados rostralmente aos frontais e formam a maior parte do tecto da cavidade nasal.

A mandíbula é formada por 5 porções pares mais uma ímpar, formando um osso único que constitui a valva inferior do bico.

- Osso dentário (ímpar, corresponde às porções incisivas dos mamíferos) (nº20, Figura 12)
- Osso articular (representa a faceta articular) (nº 13, Figura 12)
- Osso pré articular ou angular (nº14, Figura 12)
- Osso supra-angular (nº17, Figura 12)
- Osso opercular
- Osso complementar (não está presente na maioria das aves).

Os ossos incisivos (nº 1, Figura 12) unem-se precocemente para formar um osso ímpar cuja forma varia entre as várias espécies e delimita a porção oral dos orifícios nasais pelas apófises nasais as quais, por sua vez, se intercalam entre os ossos nasais, estendendo-se até aos ossos frontais.

A porção aboral dos ossos incisivo e nasal são elásticas e o segmento do septo nasal é também membranoso, o que permite que as aves sejam capazes de mover a valva superior do bico dorsal e ventralmente.

Os maxilares (nº 21, Figura 12 e nº16, Figura 14) são pequenos e contribuem para formar o palato ósseo.

O osso zigomático é composto por duas porções distintas, o osso jugal (rostralmente)(nº 18, Figura 12 e nº 10, Figura 14) e o osso quadradojugal (nucalmente) (nº12, Figura 12).

Existe um osso par particular das aves que é o osso quadrado (nº 10, Figura 12 e nº8, Figura 14), localizado entre a mandíbula e o crânio, muito móvel, que se articula ao temporal, mandíbula, quadrado-jugal e pterigoideu (nº9, Figura 14).

Estes ossos formam a parte mais importante do aparelho maxilo-palatino pois graças a eles movem-se em simultâneo as valvas superior e inferior aquando da rotação do osso quadrado. O movimento da valva superior, dorsalmente, ocorre quando a tracção muscular faz girar as porções ventrais do osso quadrado em direcção cranial, o que faz com que os ossos zigomático, pterigoideu e palatino empurrem o maxilar, ao qual se articulam. Por outro lado, a articulação quadrado-mandibular empurra a valva inferior do bico em direcção ventral. Este mecanismo permite que as aves tenham uma amplitude de abertura do bico maior e um mecanismo mais rápido de fechamento da boca.

O aparelho hióideu é formado por um corpo e por dois ramos.

5. Bibliografía

- Dyce, K.M., Sack, W.O., Wensing, C.J.G. (1999). *Anatomía Veterinaria*. 2ª edición, McGraw-Hill Interamericana, Mexico.
- Feduccia, A. (1998). Osteología de las aves. *In: Sisson y Grossman Anatomía de los Animales Domésticos*, Robert Getty. 5th edición, Masson SA, Barcelona.
- Hickman, C.P., Roberts, L.S., Larson, A. (1995). *Integrates Principles of Zoology*. 9th edición, Wm. C. Brown Publishers, Dubuque.
- International Committee on Avian Anatomical Nomenclature (1993). *Handbook of avian anatomy: Nomina Anatomica Avium – 2nd edición*. Editors: King, J.J., Baumel, A.S., Breazile, J.E., Evans, H.E., Berg, J.C.V. Publications of the Nuttall Ornithological Club, Cambridge.
- Kent, G.C., Miller, L. (1996). *Comparative Anatomy of the Vertebrates*. 8th edición, WCB McGraw-Hill, Boston.
- King, A.S. (1998). Aves – Introducción. *In: Sisson y Grossman Anatomía de los Animales Domésticos*, Robert Getty. 5th edición, Masson SA, Barcelona.
- Schwarze, E., Schröder, L. (1970). *Compendio de Anatomía Veterinaria – Anatomía de las aves (tomo V)*. Editorial Acribia, Zaragoza.
- University of Michigan (2000). Animal diversity web – Birds
<http://animaldiversity.ummz.umich.edu/chordata/aves.html>